

BİLİMSEL DEVRİMİN BAŞYAPITLARI

ESERLERİYLE

Nikola Kopernik - Galileo Galilei - Johannes Kepler - Christiaan Huygens - Isaac Newton - Robert Boyle - Antoine Laurent Lavoisier - Andreas Vesalius - William Harvey - Charles Darwin

BAŞYAPITLAR ve ÖNCÜLER DİZİSİ -1-

Bilim ve Gelecek Kitaplığı



Bilim ve Gelecek Kitaplığı



Bilim ve Gelecek Kitaplığı - 29

Başyapıtlar ve Öncüler Dizisi - 1
Bilimsel Devrimin Başyapıtları

Birinci Baskı: Kasım 2012

ISBN: 978-605-5888-29-9

Yayıma hazırlayan: Ender Helvacıoğlu
Düzelti: Nalân Mahsereci
Kapak tasarımı: Baha Okar
Sayfa tasarımı: Baha Okar, Eren Taymaz

Baskı: Kayhan Matbaacılık
Davutpaşa C. Güven Sanayi Sitesi B Blok No: 244
Topkapı - İstanbul
Tel: 0212.612 31 85

7 Renk Basım Yayın ve Filmcilik Ltd. Şti
Moda C. Zuhal Sk. No: 9/1, Kadıköy-İstanbul
Tel: 0216.349 71 72
http://www.bilimvegelecek.com.tr
e-mail: bilgi@bilimvegelecek.com.tr

Bilimsel Devrimin Başyapıtları

İçindekiler

Sunuş

Ender Helvacıoğlu

Bilim ve Gelecek Kitaplığı yeni bir kitap dizisine başlıyor: "Başyapıtlar". Dizinin kitaplarını hazırlarken şöyle bir yöntem izliyoruz: Çeşitli bilim ve düşün alanlarında, o alana büyük katkı sunmuş, tarihsel olarak ciddi bir atılımın kaynağı olmuş, önemini günümüze kadar korumuş ve klasikleşmiş eserleri uzmanlara danışarak tespit ediyoruz ve bir liste oluşturuyoruz. Kitabımız bu eserlerin yine uzmanlar tarafından yazılan geniş değerlendirmelerinden oluşuyor.

Neden böyle bir diziye başladık? Öncelikle birkaç saptama yapalım.

İnsanlığın çağlar boyu edindiği düşünsel ve bilimsel birikime ulaşamamış toplumların ciddi atılımlar yapmasına veya yaptıkları atılımları sonuçlandırmasına olanak yok. Çünkü var olanı aşmanın gerek şartı yakıcı bir atılım ihtiyacı ve bu ihtiyacı karşılayabilecek bir dinamizme ve güçlü bir kaldıraca sahip olmak ise, yeter şartı da -en azından toplumun öncülerinin şahsında- geçmiş birikimi özümseyip içselleştirmiş olmaktır. Bu nedenle tarih boyunca büyük devrimci atılımlar "en ileri" olanda değil, "en geri" olanda da değil, "gerilerin en ileri" olanlarının öncülüğünde gerçekleşir. "En ileri"nin ihtiyacı yoktur; "en geri"nin de mecali.

Toplumumuz genç ve dinamik. Halinden memnun olmayıp değiştirmek isteyen, umut dolu, geleceği arzulayan, kaynayan bir toplumuz. Süreci değil anı yansıtan anketler ne kadar tutucu bir toplum olduğumuzu söylese de, aslında hiç de öyle değiliz. Fakat bu yetmez. Geleceği yakalamak isteyen toplumlar geçmişi çok iyi bilmek zorundadırlar. İşte bu konuda yetersiziz. Yıkıcıyız (devrimciyiz), ama yapıcılıkta sıkıntılarımız var. Yıkıcı olmayan yapıcılar sadece laf ebeliği yaparlar. Yapıcı olmayan yıkıcılar ise ancak başkaları adına yıkarlar (Son örneği "Arap Baharı" dedikleri). Dinamizm ile aklın diyalektik bütünleşmesi gereklidir.

Uygarlık tarihine kuşbakışı göz attığımızda, yepyeni üretim ilişkileri geliştiren, yepyeni bir evren/doğa/toplum/insan kavrayışı öneren toplumların, bu atılımın gerçekleşmesinden önceki birkaç yüzyıllarına bakıldığında yoğun bir çeviri faaliyeti içinde bulundukları görülür. Büyük İyonya filozofları, kadim

uygarlıkların bulunduğu coğrafyaları (Mezopotamya ve Mısır) gezdiklerini ve mevcut birikimi edindiklerini saklamazlar. İslam Uygarlığının 8.-10. yüzyıllar arası, Antik Ege Uygarlığının birikimini harıl harıl kendi dillerine çevirmek ve özümsemeye çalışmakla geçmiştir. Keza Rönesansı, Reformu, Bilimsel Devrimi, Aydınlanmayı, demokratik devrimleri ve sanayi devrimlerini yaratmış (Batı Uygarlığı dediğimiz uygarlık modeline öncülük etmiş) Avrupa toplumlarının ortaçağına baktığımızda, önde gelen bilim ve düşün insanlarının aynı zamanda birer çevirmen olduklarını görürüz. Onlar da büyük bir açlıkla hem İslam eserlerini hem de İslam bilginleri aracılığıyla Eski Yunan'ın eserlerini dillerine kazandırmaya çalışmışlardır. Demek ki yeni bir uygarlık modeli gerçekleştiren toplumlar öncelikle geçmiş birikime hızla ulaşmaya çabalamışlar.

Türkiye'nin yakın geçmişinde de benzer bir süreç yaşanmış. Genç Cumhuriyet döneminde, devrimlerin bir parçası ve bir devlet politikası olarak, dünya klasiklerinin yoğun bir biçimde Türkçeye çevrildiğine ve yaygınlaştırıldığına tanık oluyoruz. 1930'lu ve 40'lı yıllarda bir çeviri seferberliği yaşanmış. Devrim, insanlığın mevcut birikimini topluma hızla kazandırmayı hedeflemiş. Fakat kısa bir süre sonra, devrimin duraklamasına ve giderek gerilemesine koşut olarak bu çabadan vazgeçildiğini görüyoruz. Günümüzde ise, insanlığın demokratik birikimine karşı bir düşmanlık söz konusu. Genç Cumhuriyetin "fikri hür, vicdanı hür" nesillere ihtiyacı vardı; günümüz iktidarının ise bilindiği gibi "dindar ve kindar" nesillere; yani aydınlanmış bireylere değil, kullara…

1980 sonrası ve özellikle günümüzde Türkiye bilim ve düşün dünyasının durumu bu açıdan içler acısıdır. Özellikle bilim alanında birçok temel eser hâlâ dilimize kazandırılmış değil. Ülkemizin bilimcileri ve bilimci adayları bile, bu eserlerin içeriklerine ikinci-üçüncü elden, yani suyunun suyu niteliğindeki tanıtıcı kitaplarla ulaşabiliyorlar. Bu eserlerin Türkçeye çevrilmesi kolay bir iş değil; özel uzmanlık, yoğun bir çaba ve ciddi bir maliyet gerektiriyor. Dolayısıyla devletin özel bir politika doğrultusunda desteğinin olmadığı koşullarda özel yayınevlerinin iyi niyetli çabaları doğal olarak sınırlı kalıyor.

Kısacası, birinci olarak, toplumumuzun insanlığın düşünsel ve bilimsel birikimine ulaşma kanallarında ciddi tıkanıklıklar var. Bu da -başta entelektüellerimiz olmak üzere- temelsiz ve yüzeysel kalmamıza yol açıyor.

***

Fakat sorunun kökeni daha da derinlerde. Aslında her türlü bilgiye büyük bir hızla ulaşabildiğimiz bir çağda yaşıyoruz. Peki, neden hâlâ tıkanıklıklardan söz ediyoruz? Neden bu kadar bilgi sahibi olan insanların temelsizliğinden ve yüzeyselliğinden dem vuruyoruz? Nicelik ile nitelik arasında doğru orantı yok mu?

İletişim ve bilişim teknolojilerinin yarattığı bilgi okyanusundan gocunmanın bir anlamı yok. Bilginin çoğalması ve bilgiye ulaşmanın kolaylaşması kötü bir şey değil. Fakat ne kadar çok bilgi varsa, yöntemin, düşünsel süzgeçlerin, sistematikleştirme yeteneğinin önemi de bir o kadar artar. Sorun, edinilen bilginin bilimsel bilgiye dönüşmesi noktasındaki tıkanıklıklardır. Eğer yöntem yoksa, bilginin çoğalması sadece bilgi kirliliğine yol açacaktır. Tam da böyle bir dönemden geçiyoruz. 20. yüzyılın ünlü fizikçisi Richard Feynman'ın vurguladığı gibi, "bilgi çağında yaşıyoruz, ama bilim çağında yaşadığımız söylenemez".

Demek ki algısal bilgimiz artıyor ama bilimsel bilgimiz azalıyor. Niceliğimiz çoğalıyor ama niteliğimiz azalıyor.

Bir bilgi bombardımanı altındayız. Bu öyle bir bombardıman ki, en analitik beyinler bile, eğer kendilerini biraz geri çekip kuşbakışı yaklaşmayı beceremezlerse, gelen her bilgi bombasını yerli yerine yerleştiremezler. Yaşanan aslında bilgi parçalanmasıdır; bütünsel ve sistematik yaklaşımın reddedilmesi ve yok edilmesidir. Düşünsel süzgeçlerimiz, değerlendirme ve damıtma yeteneğimiz ve bilimsel yöntem yok ediliyor. Eğer bunlar yoksa bilgi çokluğu bir işe yaramaz. Bir benzetme yapmak gerekirse, ilişkisi çok ama aşksız bir insana, arkadaşı çok ama dostsuz bir insana benzeriz. Kalabalık içindeki yalnızlık, belki de yabancılaşmanın ifrata varmış ve en can yıkıcı biçimidir.

Kısacası bilimsel yöntemi ve bütüne bakma yetisini (Modernizmin, Bilimsel Devrimin, Aydınlanmanın ve Diyalektik-Tarihsel Materyalizmin insanlığa kattıklarını) tekrardan anımsamalıyız. Bu kazanımları insanlığın düşünsel mirası olarak benimsemeli ve tabii aşmaya çalışmalıyız.

***

“Başyapıtlar” dizisi bu saptamaların ışığında ortaya çıktı. Bu bir yönüyle anımsatma dizisidir. Ama sadece insanlığın düşünsel ve bilimsel birikiminin simgesi olan başyapıtları anımsatmak değil amacımız. Esas hedefimiz, bilimsel yöntemi anımsatmak. Parçalanmışlığa karşı bütünselliğe, niceliğe değil niteliğe vurguya bir davettir dizimiz. Diğer bir yönüyle de “Başyapıtlar” dizisi, özellikle genç okurlar için bir ön tanıtım işlevi görecek. Bu kitaplardan bir temel edinebilecek okurlar daha ileri okumalara hazırlıklı olarak yönelebilecekler. İkinci amacımız da budur.

Dizimizin ilk kitabı *Bilimsel Devrimin Başyapıtları*. Ardından *Marksizmin Başyapıtları* yayımlanacak; hazırlığı sürüyor. Sonrasında *Aydınlanmanın Başyapıtları* gelecek. Bu üç alanı en başa almamızın bir anlamı var. İnsanlığın düşünsel serüveninin son 500 yılı içinde, eşit, özgür, sömürüsüz ve sınıfsız bir dünya ve insanın kendi kaderini kendi ellerine alması adına yaratılmış iki büyük fikir akımı Bilimsel Devrim ve Aydınlanma ile Bilimsel Sosyalizmdir. Bunlar sadece birer fikir akımı olmakla kalmadılar. Son yüzyıllardaki büyük devrimlerin, geleceğe uzanan kitlesel pratiklerin de bayrağı oldular. Günümüzde bu iki büyük akım da saldırı altında. İnsanlığın tepesinde bir kabuk haline gelmiş, kapitalizmin ifrata varmış hali diyebileceğimiz küresel sermaye, hegemonyasını sürdürebilmek için, son 500 yılın kazanımlarını yok etme gibi bir “kara ütopya” peşinde. Çok kullanılan bir tanımla “Yeni Ortaçağ” hayalini kuruyor. Dincilik, neo-liberalizm ve post-modernizm, bu insandan, doğadan ve üretimden kopmuş, deyim yerindeyse ipini koparmış sınıfın ideolojileri. Biz de bu “kara ideolojiler”e karşı mücadelede insanlığın cephaneliğinde bulunan en gelişmiş düşünsel silahları anımsatmak istedik. Bu üç kitapla başlamamızın nedeni budur.

***

Bilimsel Devrimin Başyapıtları iki bölümden oluşuyor. “Bilimsel Devrim” başlıklı ilk bölüm geniş bir giriş olarak da okunabilir. Bu bölüm için derlediğimiz Thomas Kuhn, Eric Lerner ve Friedrich Engels imzalı yazılarda, Bilimsel

Devrimi hazırlayan toplumsal koşullar, devrimin içeriği ve tarihsel önemi değerlendiriliyor.

"Bilimsel Devrimin Başyapıtları" başlıklı ikinci bölüm ise kitabın gövdesini oluşturuyor. Bu bölümde Bilimsel Devrimin simgesi olan eserler ve yazarları olan büyük biliminsanları, geniş ve ayrıntılı makalelerle tanıtılıyor ve değerlendiriliyor. Burada ele alınan eserler, 2009 yılında kaybettiğimiz ülkemizin önde gelen felsefecilerinden ve bilim tarihçilerinden Prof. Dr. Cemal Yıldırım'ın, *Bilim ve Gelecek* dergisinin hazırladığı bir dosya için oluşturduğu listedir. Böyle bir listeyi ülkemizde yapabilecek en vasıflı kişilerden biri olan sevgili hocamız Cemal Yıldırım'ı da bu vesileyle saygıyla analım.

İyi okumalar.

I. Bölüm

Bilimsel Devrim

Kopernik Devrimi*

Thomas Kuhn

Kopernik Devrimi fikirlerdeki devrimdir; insanın evren kavramı ve evrenle olan ilişkilerindeki dönüşümdür. Aydınlanma Çağı düşünce tarihinin bu bölümü, Batı insanının düşünsel gelişiminde önemli bir dönüm noktası olmuştur. 1543 yılında Nicholas Copernicus (Kopernik), gökbilim kuramının doğruluğunu artırıp, bu kavramı basitleştirmeyi önerdi. Bunun için, önceleri Dünya'nın yerine getirmek zorunda olduğu birçok gökbilimsel işlevi Güneş'e aktarmak gerekiyordu. Kopernik'in önerisinden önce Yer, yıldız ve gezegen devinimlerinin hesaplandığı sabit merkezdi. Yüzyıl sonra Güneş, gezegen devinimlerinin merkezi olma görevini Dünya'dan devralmış, Dünya da gökyüzündeki özgün konumunu yitirerek diğer gezegenler gibi ayrıcalıksız konumuna geçmiştir. Bu nedenle, gökbilimin temel kavramlarındaki reform, Kopernik Devriminin ilkelerindendir.

Ancak, devrim yalnızca gökbilimdeki reformla kısıtlanmamıştır. İnsanın doğaya ilişkin görüşlerindeki köklü değişiklikler, 1543 yılında *De Revolutionibus*'un yayımlanmasıyla hız kazanmıştır. Kopernik kuramıyla gelen bu yeniliklerden biri, 150 yıl sonra Newton'un ortaya attığı evren kavramıdır. Kopernik, Dünya'nın devindiği önerisini yaparken, gökcisimlerinin konumlarını öngörmede kullanılan yöntemlerin iyileştirilmesini amaçlıyordu. Bu öneri, diğer bilim dallarında yeni sorunların ortaya çıkmasına neden oldu. Bu sorunlar çözülmedikçe, gökbilimcilerin evren kavramıyla diğer bilimcilerinki uyuşmayacaktı. 17. yüzyıl boyunca Kopernik gökbilimiyle diğer bilimlerin uzlaşma süreci, genel bir düşünsel mayalanmaya neden oldu ki, buna Bilimsel Devrim diyoruz.

---

* Okuyacağınız makale Thomas Kuhn'un *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development* adlı eserinin bir bölümüdür. Prof. Dr. Rennan Pekünlü'nün çevirisiyle *Bilim ve Gelecek* dergisinin Nisan 2004 ve Mayıs 2004 tarihli 2. ve 3. sayılarında art arda yayımlandı. Kuhn'un eserinin tamamı 2007 yılında İmge Kitabevi Yayınları tarafından "Kopernik Devrimi" adıyla yayımlandı.

Kopernik, çağdaş uygarlığın temellerini hazırlayan, politik, ekonomik ve düşünsel yaşamın hızla değiştiği bir dönemde yaşadı ve çalıştı. Kopernik'in gezegen kavramı ve onunla ilişkili Güneşmerkezli evren kavramı, ortaçağdan çağdaş Batı toplumuna geçişte önemli bir görevi başardı. Bu kuram, insanın evren ve Tanrıyla olan ilişkilerini etkiledi. Klasik gökbilimin ağırlıklı olarak matematiksel ve dar anlamda teknik bir düzeltmesi olarak ortaya çıkan Kopernik kuramı, din, felsefe ve sosyal kuram alanlarında ortaya çıkan büyük tartışmaların odak noktasını oluşturdu. Dünya'nın sonsuz sayıdaki yıldızlardan biri olan Güneş çevresinde dolandığına inanan Kopernik ve benzerleri, Dünya'nın kozmik çerçevedeki yerini yine Dünya'yı Tanrının yaratılışta kullandığı özgün bir odak noktası olarak gören düşünceden ayrımlı düşünüyordu. Bu nedenle Kopernik Devrimi, Batı insanının değer yargılarındaki değişimin büyük bir dilimini oluşturuyordu.

Teknik ve tarihsel ürünleri yönünden Kopernik Devrimi, tüm bilim tarihinin en ilginç yönlerinden birini oluşturur. Bununla birlikte, gökbilimden öte ek bir önemi de vardır: Bu devrim, bugün anlamak için büyük çaba harcadığımız bir sürecin izlerini taşır. Çağdaş uygarlığın, günlük geçimi ve felsefesi için bilimsel kavramlara olan gereksinimi, geçmiş uygarlıklarınkinden daha fazladır. Ancak günlük yaşamımızda karşımıza dev boyutlarda dikilen bilimsel kuramların hiçbiri son değildir ve olamayacaktır. Yıldızların sonsuz uzay, başlangıç ve sonu olmayan zaman içinde dağıldıklarını savunan evren görüşünün ortaya atılışından günümüze 400 yıl geçmiştir ve bu düşünce artık eskimiştir. Kopernik ve izleyicileri kendi kavramlarını geliştirmeden önce, evrenin yapısına ilişkin başka düşünceler de gök olaylarını açıklamaya çalışıyordu. Bu eski gökbilim kuramları, bizim bugün kullandıklarımızdan kökten farklıydı. Ancak o kuramlar da bizim bugünkü kuramlara verdiğimiz onayı ve güveni yaşadılar. Dahası, bu kuramlara da aynı nedenlerle inanıldı: Önemli görülen sorulara akla yatkın yanıt veriyorlardı. Diğer bilim dalları da değerli bilimsel inançların zaman içinde eskiyeceğine ilişkin koşut örnekler sunmaktadır. Aslında temel gökbilim kavramlarının diğer bilimsel kavramlardan daha kararlı olduğu gözlenmiştir.

Temel kavramların zamanla değişebilir olması, bilimi yadsımak için bir sav oluşturmaz. Her bir yeni bilimsel kuram, önceki kurucusunun sağladığı bilgi özeğini korur ve ona katkıda bulunur. Bilim, eski kuramların yerine yenisini koyarak ilerler. Bilimsel kuram nedir? Bizim saygınlığımızı kazanabilmesi için hangi temelde oluşturulmalıdır? Kalıcı gücünü nereden alır? Tarihsel bir inceleme bu sorulara yanıt vermeyebilir ancak, bir anlam kazandırır.

Kopernik'in kuramı birçok yönüyle tipik bir bilimsel kuram olduğundan, tarihinin incelenmesi, bilimsel kavramların evrim süreci ve eskilerinin yerine geçişi konularında bilimdışı sonuçlara tipik örnekler sunmaz. Çok az bilimsel kuram, bilimsel olmayan düşüncede önemli rol oynamıştır. Bu kuram, çok özgün olarak da sınıflanamaz. 19. yüzyılda Darwin'in evrim kuramı da, bilimsel olmayan benzer soruların ortaya atılmasına neden olmuştur. 20. yüzyılda, Einstein'ın görelilik kuramı ve Freud'un psikanaliz kuramları da, çağdaş uygar insanın düşüncelerinde köklü değişikliklere neden olabilecek tartışmalar başlatmıştır. Freud, insan davranışının büyük bir kısmının bilinçaltınca denet-

lendiğine ilişkin görüşünün yaptığı etkinin, Kopernik'in Dünya'nın gezegen olduğuna ilişkin görüşünün yaptığı etkiye koşut olduğunu söylemiştir.

Kuramlarını öğrenmiş veya öğrenmemiş olalım, biz Kopernik ve Darwin gibi bilimadamlarının düşünsel mirasçılarıyız. Bu kişiler bizim temel düşünce süreçlerimizi biçimlendirmektedir. Bizim çocuklarımız ve torunlarımızın düşünceleri de Einstein ve Freud tarafından biçimlenecektir. Bilimin iç gelişmesini anlamak zorundayız. Diğer yandan bir biliminsanının önemsiz gibi görünen, oldukça teknik bir soruna bulduğu çözümün, günlük yaşamımızın temel sorunlarını nasıl değiştireceğini de anlamalıyız.

Zorluğu, esnekliği, karmaşıklığı dikkate alınırsa, "taşıyıcı çember-gezegen çemberi" yönteminin, bilim tarihinde eşi benzeri yoktur. Bu çemberler birliğinin en gelişmiş biçimiyle yaratmış olduğu dizge, akıl almaz bir başarı sağlamıştır. Ancak bu dizge çalışmadı. Apollonius'un ilk kavramı, gezegen deviniminde gözlenen geriye devinim, parlaklık değişimi, tutulum düzleminde ardı ardına iki geçiş arasındaki zaman değişimi gibi düzensizlikleri son derece basit bir biçimde ve bir keresinde çözdü. Ancak bu dizge, ikincil düzensizliklerin varlığını ortaya çıkardı. Hipparchos'un geliştirdiği daha ayrıntılı çemberler birliği, ikincil düzensizliklerin bazılarını çözdü, ancak kuram, gözlem sonuçlarıyla hâlâ uyuşmuyordu. Batlamyus (Ptolemy) dizgesinde çemberlerin karmaşık kombinasyonu da kuram gözlem uyuşmazlığını çözemedi. Batlamyus dizgesi bu çemberler çeşitlemesinin ne en karmaşığını ne de en sonuncusunu oluşturuyordu. Batlamyus'un önce İslam dünyasındaki, sonra da ortaçağ Avrupa'sındaki izleyicileri sorunu ele alıp boşu boşuna çözüm aramaya çalıştı. Kopernik de aynı sorunla boğuşuyordu.

Batlamyus'un *Almagest* adlı yapıtında sunduğundan çok daha çeşitli Batlamyus dizgeleri vardı ve bunlardan bazıları gezegenlerin konumlarını öngörmede son derece doğru sonuçlar veriyordu. Ancak doğruya ulaşmanın faturası giderek artan karmaşıklıktı. Sürekli yeni küçük gezegen çemberleri ekleniyordu. Artan karmaşıklık, yalnızca gezegen devinimlerine daha iyi yaklaştırma sunuyordu, sorunu çözmüyordu. Batlamyus çeşitlemelerinin hiçbiri, yeni ve daha ayrıntılı gözlemler karşısındaki sınavı geçemiyordu. Bu başarısızlıkla birlikte iki küre evrenini akla yatkın kılan kavramsal ekonomi de ortadan kalkınca, Kopernik Devrimi kaçınılmaz olmuştu.

Ancak bu devrim inanılmaz derecede uzun bir zaman sonunda geliyordu. Apollonius ve Hipparchus zamanından Kopernik'in doğumuna değin geçen süre, 1800 yıl gibi uzun bir zaman dilimini kapsıyordu. Gezegen devinimlerine ilişkin tartışmalarda Yermerkezli evren ve çembersel yörüngelerden oluşan düşünce, diğer görüşler üzerinde daima daha baskın görüşü oluşturuyordu. Yanlışlığının bilinmesine ve hiç de ekonomik olmamasına karşın (iki küre evreniyle kıyaslandığında) Batlamyus dizgesinin ömrü çok uzundu. Nasıl oluyordu da, "iki küre evren" ve onunla ilişkili "taşıyıcı çember-gezegen çemberi" kombinasyonlarından oluşan gezegen kuramı, gökbilimcilerin düşünsel yaratıcılıklarını bu denli uzun süre kıskaçları arasına alabiliyordu? Ve daha sonra, geleneksel soruna geleneksel yaklaşımın psikolojik pençesinden nasıl kurtulundu? Ya da aynı soruyu daha dolaysız soracak olursak: Kopernik Devrimi niçin gecikti ve geçerliliğini zamanla niçin yitirdi?

Bu sorular bir dizi düşüncelerin tarihi ile ilgili sorulardır. Aynı zamanda kavramsal şemaların doğası ve yapısıyla ve bir kavramsal şemanın bir başkası tarafından yenilenme süreciyle de ilgilidir. İşlevini çok iyi bir biçimde yerine getiren, örneğin iki küre evreni gibi bir kavramsal şema nasıl olur da bir başkası tarafından yenilenir? Önce olgunun mantığını inceleyelim.

Verilen gözlemler dizisine açıklama getirebilecek çok sayıda seçenek kavramsal şema vardır. Ancak bu seçeneklerin, verilen gözlemler arasında yer almayan bazı olayları öngörme güçleri birbirinden farklıdır. Çıplak gözle yapılan yıldız ve Güneş gözlemlerine Kopernik ve Newton dizgelerinin verdiği açıklama en az iki küre dizgesininki denli yeterlidir; Heraclidis dizgesi de, Kopernik'in izleyicisi Tycho Brahe'nin geliştirdiği dizge de aynı açıklamayı verebilmektedir. Kuramsal olarak, benzer açıklamalar verebilecek sonsuz sayıda seçenek bulunabilir. Bu seçenekler, önceden yapılmış olan gözlemlerle uyuşma gösterebilir, ancak tüm olası gözlemlere aynı açıklamayı veremezler. Farklı seçeneklerden yalnızca bir tanesi gerçeği temsil edebilir. Bu nedenle yeni bir konu üzerinde araştırma yapan bir biliminsanı, seçeneklerden doğru olanı ya da doğruya en yakın olanı seçtiği konusunda emin olmalıdır. Ancak biliminsanı bu özgün seçeneğe sadık kalmanın faturasını öder: Yanılgıya düşebilir. Kuramıyla uyuşmayan tek bir gözlem, onun yaşamı boyunca uyguladığı kuramının yanlış olduğunu gösterebilir. Bu biliminsanı, kuramının kavramsal şemasını hemen bırakıp yerine yenisini oluşturmalıdır.

Bilimsel devrimin mantıksal yapısı kısaca böyle özetlenebilir. Ekonomik, verimli ve evrenbilimsel olarak doyurucu olduğuna inanılan kavramsal bir şema, sonunda gözlemlerle uyuşmayan sonuçlara götürür; bu durumda o özgün seçeneğe olan inanç bırakılmalı, yeni bir kuram seçilmelidir; bu seçimden sonra süreç baştan başlar. Bu yararlı bir özettir; çünkü kuramla gözlemler arasındaki tüm devrimlerin temel kaynağıdır. Ancak tarihsel olarak, devrim süreci, asla mantıksal özetin işaret ettiği gibi basit olamaz. Çünkü yeni yeni anlamaya başlıyoruz ki, bir gözlem, bir kavramsal şemayla asla mutlak uyuşmazlık içinde olamaz.

Kopernik'e göre gezegenlerin davranışı, iki küre evreniyle uyuşmazlık göstermektedir; giderek daha fazla çember ekleyerek Batlamyus dizgesinin gözlemlerle uyuşmasını sağlamaya zorlayan Batlamyus yanlıları, bu dizgeye yama yapıp orasını burasını çekiştirmekten öteye gidememişlerdir. Kopernik, bu yama ve çekiştirme gereksinimlerinin kökten değişiklik gerektirecek yeni bir yaklaşımın gerekliliğine işaret ettiğini anladı. Kopernik öncesi gökbilimciler aynı aygıt ve gözlemleri kullandığından, gezegen devinimi sorununu Kopernik'ten oldukça farklı değerlendiriyorlardı. Kopernik için yama ve çekiştirme olarak tanımlanan şey, bu gökbilimciler tarafından kuramın yeni gözlemlere uyarlanması ve yeni gözlemleri içerecek boyutlara taşınması süreci olarak tanımlanıyordu. Bu yöntem daha önce, başlangıçta Yer ve yıldızlar için tasarlanmış olan iki küre evreninin, Güneş'in devinimini de açıklayabilmek için değiştirilmesinde kullanılmıştı. Kopernik öncesi gökbilimcilerin, bu dizgenin eninde sonunda çalışacağından en küçük kuşkuları yoktu.

Kısacası, biliminsanları kavramsal şemaların gözlemlerle uyuşmaz çelişki içinde olduğunu gördüklerinde, bu şemaları kuşkusuz boşluyor olmalarına

karşın, mantıksal uyuşmazlık üzerine verilen vurgu, temel sorunu gizler. Görünürde geçici uyuşmazlığı, sonunda kaçınılmaz çelişkiye dönüştüren şey nedir? Bir neslin büyük bir beğeniyle güzel, esnek ve karmaşık bulduğu kavramsal bir şemayı bir sonraki nesil nasıl olur da karanlık, anlaşılmaz ve hantal bulabilir? Tüm çelişkilerinin sergilenmiş olmasına karşın, bilimadamları kuramlara nasıl sıkı sıkıya sarılır? Bunlara bağlıyken daha sonra nasıl vazgeçebilirler? Bunlar, bilimsel inanç anatomisinin sorunlarıdır; Kopernik Devrimine sahneyi hazırlayan sorulardır.

Burada acil olarak yanıtlanması gereken soru, eski, geleneksel gökbilim araştırmalarının çağdaş insanın düşünsel yeteneklerini nasıl kıskaca aldığıdır. Nasıl olur da, bu gelenek, kişinin aklında belli düşünsel yollar çizer ve onun gökbilimsel yaratıcı düşüncesini yönlendirir; araştırmasında kullandığı kavramları kısıtlı tutmasına ve bazı yenilikleri düşünmesine karşın onamakta zorlanmasına neden olan şey ne olabilir? Bu soruna gökbilim bağlamında yanıt vermeye çalışabiliriz. Hem "iki küre evreni" hem de "taşıyıcı çember gezegen çemberi" yöntemleri, başlangıçta oldukça ekonomik ve verimliydi. Bu yaklaşımların ilk başarıları, yaklaşımın geçerliliğinin güvencesi olarak alındı. Matematiksel öngörülerin gözlemlerle uyuşabilmesi için kuşkusuz önemsiz küçük değişiklikler yapılacaktı. Bu tür bir inancı kırmak oldukça zordur; özellikle eğer bir gökbilimciler nesli tarafından bu inanç, yazılı ve sözlü olarak bir sonraki nesle aktarılma sürecini geçmişse! Bilimsel düşünceler dünyasında buna "moda etkisi" denir.

Kuşkusuz ki, gökbilimdeki gelenek gücünün tüm açıklaması moda etkisiyle yapılamaz. Bu sorunun tam açıklamasını vermeye çalışırken, kaçınılmaz olarak gökbilimden uzaklaşmak gerekecektir. İki küre evreni, gökbilimin hem iç, hem de dış sorunlarını çözmede verimli bir güdücü rolü oynamıştı. MÖ 4. yüzyılın sonlarında, bu iki küre evreni yalnızca gezegen sorununa değil, bir yaprağın düşüşü, bir okun uçuşu gibi dünya sorunlarının yanı sıra insanın tanrılarıyla olan ilişkileri gibi ruhsal sorunlara da yanıt veriyordu. Eğer iki küre evreni ve özellikle de Yer'in evrenin merkezinde ve devinimsiz olduğu düşüncesi o zamanların gökbilim araştırmalarının sorgulanmaz başlangıç noktasını oluşturuyorsa, bunun başlıca nedeni, gökbilimcilerin aynı zamanda fizik ve din öğretilerini altüst etmeden iki küre evrenini sarsamayacak olmalarıydı. Temel gökbilim kavramları daha geniş bir düşünsel dokunun bağlarını oluşturmuştu. Gökbilimsel olmayan bağlar ise, gökbilimcinin yaratıcılığında en az gökbilim bağları denli önem kazanmıştı. Bu nedenle Kopernik Devriminin öyküsü, yalnızca gökbilimcilerin ve gökyüzünün öyküsü değildir.

KOPERNİK DEVRİMİ BAŞLIYOR

Kopernik'in 1543 yılında *De Revolutionibus Orbium Caelestium* adlı yapıtının yayımlanması, gökbilim ve evrenbilim düşüncelerinin kökten değişmesine neden olmuştur. Yapıtın birinci kitabı dışındaki tüm kitapları, son derece teknik ve matematiksel bağıntılarla yüklüdür. Ancak, sonuçları göz önüne alındığında *De Revolutionibus*, kuşkusuz düşüncelerde devrim yapmış bir yapıttır; gökbilim

düşünsel dokusuna yaptığı yeni eklemelerle yeni bir evrenbilim yaratmıştır. Ancak şaşırtıcıdır ki, Kopernik Devrimini oluşturan temel öğelerin çoğunu, gezegen konumlarının doğru ve kolay hesaplanması, taşıyıcı çember ve gezegen çemberlerinin bırakılması, gezegen ve yıldızların üzerinde bulunduğu kürelerden vazgeçilmesi, Güneş'in bir yıldız olması ve evrenin sonsuz boyutlara sahip olması ve diğer başka fikirleri Kopernik'in çalışmalarının herhangi bir yerinde göremiyoruz. Yer'in devindiği fikri dışında, *De Revolutionibus*, Kopernik sonrası neslin çalışmalarından çok, eskiçağ ve ortaçağ gökbilim ve evrenbilimcilerinin çalışmalarına benzemektedir.

De Revolutionibus'un önemi, kendisinin ne dediğinden çok, başkalarına ne söylettiğinde yatar. Kitap, hiç niyetlenmemiş olmasına karşın bir devrim yaratmıştır. Devrimci bir yapıt olmaktan çok, devrim yapıcı bir yapıttır. Bilimsel düşüncenin gelişmesinde bu tür yapıtlar son derece önemlidir. Hem geçmiş geleneklerin ulaştığı en üst noktayı, hem de geleceğin yeni geleneğinin kaynağını temsil eder. Bir bütün olarak ele alındığında, *De Revolutionibus*, hemen hemen tümüyle eski gökbilim ve evrenbilim geleneği içinde kalmış bir yapıttır. Ancak bu yapıtın genellikle klasik çerçevesi içindeki yenilikleri, bilimsel düşünce yönünde, yazarının bile öngöremediği değişiklikler getirmiştir. Bu yeni düşünce yönü, eski geleneklerin hızla ve tümüyle çökmesine neden olmuştur.

Gökbilim tarihi açısından incelendiğinde *De Revolutionibus*'un ikili doğaya sahip olduğu görülür. Bu yapıt hem eski, hem çağdaş, hem tutucu, hem de kökten değişiklik yanlısıdır. Bu nedenle, öneminin anlaşılabilmesi için hem geçmişine hem geleceğine bakmak gerekir. Kopernik'in eğitimini almış olduğu eski gökbilim ile ilişkisi neydi? Daha doğrusu, bu geleneğin hangi yanı, gökbilimde bir yeniliğe gereksinim olduğu fikrinin doğmasına neden olmuştur? Eski gökbilim ve evrenbilimin hangi yanının yadsınması gerektiğine işaret etmiştir? Ve daha önemlisi, eski gelenekle bağlarını koparmaya karar verdikten sonra, eski geleneğe bağlılığı hangi boyutlarda sürmüştür? Diğer yandan Kopernik'in çağdaş gezegen gökbilimi ve evrenbilimle olan ilişkisi neydi? Klasik gökbilimin kullandığı aygıtlar ve çalışma yöntemlerinin dayattığı kısıtlamalar içinde bu yapıt ne tür yaratıcı yenilikler içerebilirdi? Sonunda kökten yeni bir evrenbilim ve gökbilim ortaya çıkaran bu yenilikler, başlangıçta baskın bir biçimde klasik olan çerçeveye nasıl girmişti? Ve Kopernik'i izleyen çağlarda gökbilimciler bu yenilikleri nasıl görmüş ve onamışlardı? Bu sorular ve türevleri, *De Revolutionibus* ve diğer bilimsel çalışmalarda kendini gösteren güçlüklerdir: Herhangi bir bilimsel düşünce geleneğinde doğmuş olmalarına karşın, bu yapıtlar, sonunda onu yaşama geçiren düşünceyi yok edecek yeni bir geleneğin kaynağını oluşturur.

Yenilikleri gerektiren dürtüler

Kopernik tam bir Helenistik gelenek olan teknik, matematiksel gökbilimi canlandıran küçük bir Avrupalı grup üyesiydi. Bu gelenek Batlamyus'un çalışmasında en üst düzeyine erişmişti. Kopernik'in *De Revolutionibus*'unu Batlamyus'un *Almagest*'i biçimlendirdi. *De Revolutionibus*, gezegen sorununu çözmek amacıyla yazıldı. Kopernik, Batlamyus ve onu izleyen gökbilimcilerin bu sorunu çözemediğine inanmıştı. Kopernik'in çalışmasında Dünya'nın devin-

diğini ileri süren devrimci kavram, önceleri, gezegen konumlarını hesaplamak için geliştirilmiş olan yöntemin olağandışı bir yan ürünü olarak değerlendirildi. *De Revolutionibus*'un eski gelenekle aynı fikirde olmadığı ilk önemli nokta buydu. Kopernik, Papa III. Paul'a yazdığı mektubunu *De Revolutionibus*'a önsöz yapmış ve Dünya'nın döndüğü fikrini savunmuştur. "Çağdaş gökbilim dürüst olmak zorundaysa" diye söze başlayan Kopernik, "gezegen sorununa Yermerkezli yaklaşım hiçbir işe yaramaz" şeklinde bir sav ileri sürmüştür. Batlamyus gökbiliminin geleneksel teknikleriyle bu sorun çözülemez; çözüm bir yana, bu yöntemler çarpık bir canavar yaratmıştır.

Kopernik, Papa III. Paul'e yazdığı mektubunda, geleneksel gezegen gökbilimin temel kavramlarında büyük yanılgılar olduğu sonucuna vardığını belirtmiştir. İlk kez matematiksel yönde yetkin bir gökbilimci, saygınlığı uzun bir zaman diliminde süregelen bilimsel bir geleneği yadsıyordu. Teknik bir yanılgıyı yakalamak gibi profesyonelce bir uyanıklık gösteren Kopernik, kendi adıyla anılan devrimi başlatıyordu.

Ancak zaman, bu 16. yüzyıl gökbilimcisinin önüne, yeni ve sahte bir sorun koyuyordu. Ve bu sorun, ne gariptir ki, gezegenlerin gerçek devinimlerinin tanımlanmasından daha ciddi bir sorundu. Kopernik ve arkadaşlarına miras kalan veriler çok kötüydü. Bu veriler gezegen ve yıldızları, hiç bulunmadıkları konumlarda gösteriyordu! Yanılgıları, verilerin çoğunun kötü gözlemciler tarafından toplanmış olmasından kaynaklanıyordu. Kopernik'in kendisi de bu verilerin kurbanı olmuştu. Batlamyus dizgesinin yadsınmasında ona yardımcı olan veriler de kötüydü. Eğer kendisinden önceki gökbilimcilerin kullandığı matematiksel yöntemlere gösterdiği kuşkuyu, o kişilerin gözlemlerine karşı da gösterseydi, Kopernik dizgesi çok daha doğru sonuçlar verebilirdi.

Yer'in devindiğini öneren ilk gökbilimci Kopernik değildir. Bu fikri keşfeden kişi olduğunu da ileri sürmemiştir. Kitabının önsözünde, Yer'in devindiği fikrini ortaya atan birçok eski biliminsanının ismini vermiştir: "Önce Cicero'nun yapıtlarında, Yer'in devindiğinin ayrımında olan Hicetas (Syracuse'li Hicetas; MÖ 5. yüzyılda yaşamış) ile tanıştım. Daha sonra Plutarch'ın yapıtlarından başkalarının da benzer fikirlere sahip olduğunu öğrendim." Kopernik'in çok erken dönemlere ilişkin elyazmalarından, Aristarchus'un Güneşmerkezli evreninin kendisininkine benzediğini öğreniyoruz. Aydınlanma Çağının bir tuhaf geleneği de, kişilerin, kimlerin fikirlerinden etkilendiklerini ve/veya kimlerden alıntı yaptıklarını yazmamalarıydı. Kopernik de, kendisinden önce yaşamış ve Yer'in devindiğini savunan çağdaşlarından hiç söz etmemektedir. Örneğin, Oresme'nin katkılarını duymamış olabilir; ancak 15. yüzyıl kardinallerinden Cusa'lı Nicholas'ın öğretilerinden etkilenmemiş olması düşünülemez. Evrenin sınırsız olduğuna inanan bu Yeni Platoncu akımın öncüsü, yaşamın yalnızca Yer'e özgü olmadığını savunuyordu.

Kopernik gökbiliminin özümsenmesi

Kopernik 1543 yılında, *De Revolutionibus*'un ilk kez yayımlandığı yıl, yaşamını yitirdi. Yaşam boyu süren çalışmalarının basılı biçimini, ölüm döşeğinde gördü. Kitap, kendisine yöneltilen saldırıları, yazarı olmaksızın göğüslemek

zorunda kaldı. Ancak Kopernik bu saldırılara karşı koyacak ideal bir silah geliştirmişti: Kitabını, çağdaşlarından yalnızca birkaç kişinin anlayabileceği biçimde oldukça teknik ve matematiksel bir dille hazırlamıştı. Başlangıçta *De Revolutionibus*, gökbilim dışında çok az yankı uyandırdı. Zamanla halktan ve din çevrelerinden karşı sesler yükselmeye başladı. Diğer yandan, kitabın kendilerine yazıldığını bilen Avrupalı gökbilimcilerden çoğu, Kopernik'in matematiksel yöntemlerinin mutlak gerekliliğine inanmaya başladılar. Bu aşamadan sonra kitabı yasaklamak artık olanaksızdı: Kitabın, Oresme ve Buridan'ın yapıtları gibi elyazması olmayıp basılı biçimde olması, birçok kişiye sızıp son utkuya erişmesini sağladı.

Ancak kitabın başarısı, kitabın ana fikrinin başarısı anlamında değildi. Kitap, başlangıçta Yer'in devinimsiz olduğuna inanan birçok gökbilimcinin inancını sarsmadı. Kitabın diyagramlarından, Yer-Ay arasındaki uzaklığın saptanmasında kullanılan yöntemden ve diğer konulardan alıntı yapan yazarlar, Yer'in devinimini ya hiç dikkate almadılar, ya da saçma olarak tanımladılar.

Kopernik evrenine inanmaya başlayan gökbilimciler, yapıtlarıyla bu öğretinin yayılmasına katkıda bulundular. George Joachim Rheticus'un (1514-1576) *Narratio Prima* adlı yapıtı, bu yeni gökbilim yöntemini en iyi biçimde anlatan en kısa teknik eser olarak ün yaptı. Kopernik evreninin popüler savunusu, 1576 yılında İngiliz gökbilimci Thomas Digges (1546...) tarafından basılan bir kitapla anılıyordu. Bu kitap, Yer'in devindiği kavramını dar gökbilimciler çevresinden daha geniş kitlelere taşıyordu. Tübingen Üniversitesi gökbilim profesörlerinden Michael Maestlin'in (1550-1631) araştırma ve öğretileri, Kepler de dahil olmak üzere Kopernik evrenine birçok yandaş kazandırıyordu.

Tepkiler

Bu kazançların yanı sıra tepkiler de geliyordu. 16. yüzyılın ikinci yarısında kullanılan temel gökbilim ders kitapları ve el kitapları, 13. yüzyılda yaşamış Holywood'lu John tarafından yazılmış kitaplardı. *De Revolutionibus*'un yayımlanmasından sonra hazırlanan el kitapları da Kopernik'in getirdiği yeniliklerden ya hiç söz etmiyor ya da bu fikirleri yadsıyordu. Popüler evrenbilim kitaplarının içeriği de ağırlıklı olarak Aristoteles evrenini tanıtıyordu. Bu kitapların yazarları Kopernik'i ya tanımıyor ya da dikkate almıyorlardı.

Du Bartas'ın 1578 yılında yayımladığı *The Week or the Creation of the World* adlı yapıtı, uzun bir evrenbilim şiiri biçiminde yazılmıştı. Kopernik evrenini yadsıyan bu şiirin sahibi, ne bir bilimadamı ne de filozoftu, yalnızca bir ozandı. Bu nedenle onun evrenbilimde gösterdiği tutuculuk ve klasik yapıtlara olan bağlılığı anlaşılabilir. Ancak günümüzde olduğu gibi, 16. ve 17. yüzyıllarda da, halkın büyük bir kısmı, evrene ilişkin bilgilerini ozanlardan alıyordu. Yine bu nedenle Du Bartas'ın kitabı, *De Revolutionibus*'tan daha çok okunan ve daha etkin olan bir kitaptı.

Kopernik evreninin lanetlenmesini yalnızca bilimi yaygınlaştırma çabasında olan tutucu kişiler değil, politik filozoflar da üstlenmişti. 16. yüzyılın ünlü ve dönemin en ileri, en yaratıcı politik filozoflarından olan Jean Bodin de bu kara-

lama kampanyasına katılmıştı. Ancak Bodin'in öyküsü tam bir acıklı güldürüdür. Kopernik'i yadsıma amacıyla yazdığı kitabında tutucu görünmeye çalışmış ama becerememişti. Kitabında daha çok, değişiklik yanlısı ve Tanrıtanımaz bir dil kullandığından, kitabı, Katoliklerin yasak kitaplar listesine girmiş ve günümüzde bile yasaklar listesinden çıkamamıştır.

"Kutsal İncil böyle söylemiyor"

Du Bartas ve Bodin'in önermiş olduğu Kopernik karşıtı savlar, özünde Aristoteles evreninin savlarıdır. Yer'in deviniminin gündeme geldiği her tartışmada, bunun sağduyuya ters olduğu, uzun zamandan beri saptanmış olan devinim yasalarıyla çeliştiği ileri sürülüyordu. Bunlar güçlü karşı savlardı, çoğu kişiyi inandırmaya yeterliydi. Ancak, Kopernik karşıtı kervanın en güçlü silahları bu karşı savlar değildi; en kızışmış tartışmalar bu savlar çevresinde gelişmiyordu. Güçlü silahlar, dinsel olanlar ve özellikle *İncil*'den verilen alıntılardı.

Kopernik savlarına karşı *İncil*'den alıntılar, *De Revolutionibus*'un basılmasından önce başlamıştı. 1539 yılında "Masabaşı Konuşmaları"ndan birinde Martin Luther, *İncil*'den alıntılar vererek şunları söylüyordu: "İnsanlar, Dünya'nın döndüğünü göstermeye çalışan bir astroloğa kulak veriyorlar. Bu aptal, tüm gökbilim öğretisini tersine çevirmeye çalışıyor; ancak kutsal *İncil* bize Yer'in sabit olduğunu, Güneş'in Yer çevresinde döndüğünü söylemektedir."

Daha sonra diğer Protestan liderler de Kopernik'in yadsınması sürecine katıldılar. *Commentary on Genesis* adlı kitabında Calvin, *İncil*'den şu alıntıyı vermektedir: "... Yer de durdu, artık devinmez". Ve hemen ardından, "Kopernik'i Kutsal Kitabın üstüne çıkarmaya kim cesaret ediyor?" sorusunu sormaktadır.

İncil'den verilen alıntılar giderek artıyor ve Kopernik karşıtı savların daha çok yeğlenen kaynağı durumuna geliyordu. 17. yüzyılın ilk 10 yılında din adamları *İncil*'i satır satır inceleyerek, Yer'in devindiğini savunan Kopernik yanlılarına karşı sav bulmaya çalıştılar. Kopernik yanlısı kişiler artık "inançsız", "ateist" olarak damgalanmaya başlamıştı. 1610 yılından sonra Katolik Kilisesi de Kopernik öğretisine karşı verilen savaşa resmen katıldı. 1616 yılında *De Revolutionibus* ve Dünya'nın döndüğünü savunan tüm eserler, yasak kitaplar listesine alındı. Kopernik'in öğretilerini öğretmek ve okumak, Katoliklere yasaklandı.

Kurulu düzen için tehlikeli!

Yukarıdaki paragraflarda Kopernik ve yanlılarına karşı kullanılan en etkin silahlar sergilendi. Ancak bu silahlar, savaşın gerçekte hangi alanda verildiğini göstermiyordu. Yer'in devinimini saçma veya Kilise otoritesiyle çelişkili bulup yadsımaya hazır olan kişiler, önceleri, Kopernik evreninin insanlığın tüm düşünce dokusunu yıkacak potansiyel güce sahip olduğunu anlayamadılar. Tehlikede olan yalnızca evrene ilişkin bir görüş ya da *İncil*'deki birkaç satır değildi. Hıristiyan dünyasının yaşantısı ve tinsel öğretisi, Yer'in birçok gezegenden biri olduğu fikrini onamaya hazır değildi. Evrenbilim tinsel öğreti ve din öğretisi, Hıristiyan düşüncesinin geleneksel dokusunda öylesine iç içe dokunmuştu ki (en iyi tanımını 14. yüzyılın başında yazılmış olan Dante'nin *İlahi Komedya*'sı vermiştir), Yer'in dönmesi salt bir gökbilim sorunundan öte anlam taşıyordu.

Ciddi olarak ele alındığında, Kopernik'in önerisi, inanan bir Hıristiyan için dev sorunlar yaratıyordu. Yer benzeri başka dünyalarda da insanların yaşamasını sağlayacaktı. Ancak, eğer diğer dünyalarda da insanlar varsa, bunlar nasıl olur da, Âdem ile Havva'dan meydana gelebilirdi; nasıl Âdem ile Havva'nın günahının mirasçısı olabilirlerdi? Diğer gezegenlerdeki insanlar Tanrının onlara sunduğu ölümsüz yaşam olasılığından nasıl haberdar olabilirlerdi? Eğer Yer bir gezegense ve evrenin merkezinden uzakta bir gökcismi ise, insanın, şeytanla melek arasındaki konumuna ne olacaktı? Hepsinden kötüsü, eğer evren sonsuz ise Tanrının tahtı nerede olacaktı. Sonsuz bir evrende insan Tanrıyı ya da Tanrı insanı nasıl bulabilirdi?

Bu soruların yanıtları var, ancak bu yanıtlara kolayca erişilmedi. Soruların yanıtlarının getirdiği yeni sonuçlar da oldu. Sokaktaki adamın din deneyiminde değişiklikler oldu. Kopernik evreni, insanın Tanrı ile olan ilişkisinde ve tinsel öğretisinde dönüşüm yapmasını gerektirdi. Böylesi bir dönüşüm bir gecede tamamlanamazdı. Bu dönüşüm tamamlanıncaya değin birçok kişi, yeni evrenbilim ile geleneksel değerlerin uyuşmadığını gördü. Yer'in bir gezegen olduğu savı, kurulu düzen için tehlike oluşturuyordu. Bunun kanıtı da Kopernik ve yanlılarının "ateist" olmakla suçlanmalarıydı.

Katolik Kilisesi'nin tavrı

Hem Protestan hem de Katolik liderler, Kopernik karşıtı görüşü, Kilise'nin resmi öğretisi yapmakta son derece istekliydi; böylece Kopernik öğretisini suçlamak hem kolay olacak, hem de bu suçlama haklı gösterilebilecekti. 16. yüzyılın ortalarına değin, Hıristiyanlık tarihi, dini liderlerin, bir bilimsel ve evrenbilim kuramını yasaklamak için *İncil*'e başvurduğuna tanık olmamıştı.

Protestan kesimden yükselen karşıtlığın boyutu, Katolik kesimin karşıtlığını birkaç kez katlıyordu. Luther ve Calvin gibi Protestan öncülere göre, Hıristiyan dünyasının tek temel bilgi kaynağı *İncil*'di. Evrenbilim konusunda *İncil*'e olan bağlılıklarını hiçbir şey sarsamıyordu. Bu nedenle, Protestanların Kopernik evrenine yönelttikleri lanetler çok doğaldı. Luther, Calvin ve Melanchton gibi Protestan öncüler, Kopernik evrenine karşı *İncil*'den alıntılar üretiyor ve Kopernik öğretisinin yasaklanması için ellerinden geleni yapıyorlardı. Protestanların Katolik Kilisesi'nde olduğu gibi polis örgütü yoktu; bu nedenle, baskı yöntemleri etkili olamıyordu. Ve zaten Kopernik evrenini doğrulayacak kanıtlar giderek arttıkça bu bastırma isteğinden vazgeçmek zorunda kaldılar.

Kopernik'in ölümünden 60 yıl sonra Kopernik evrenine Katoliklerden gelen karşıtlık, Protestanlarınkinin yanında önemsenmeyecek denli azdı. Tek tük papazlar Yer'in yeni rolüne lanet okuyordu, ancak Katolik Kilisesi henüz sessiz kalmayı yeğliyordu. *De Revolutionibus* Katolik dünyasında okunuyor ve önde gelen Katolik üniversitelerinde de öğretiliyordu. Kopernik'in kendisi de kilise eğitimi almış ve dinsel öğretiyi yayma görevi yapan saygın bir kişiydi. Kilise, gökbilim ve diğer bazı konularda Kopernik'in görüşünü alıyordu. Kitabını dönemin Papa'sı anısına yazmıştı. Kitabının bir an önce yayımlanması için baskı yapanların içinde bir bişop, bir de kardinal arkadaşı vardı. Kilise

14, 15 ve 16. yüzyıllarda üyelerine herhangi bir evrenbilim görüşünü henüz dayatmamıştı. *De Revolutionibus*'un kendisi de, Kilise üyelerine bilim ve din dışı felsefe konusunda tanınan bu ılıman iklimin bir ürünü olmuştur. Aslında, *De Revolutionibus*'tan önce Kilise'nin kendisi daha devrimci evrenbilim kavramlarını yaymış ve ertesinde hiç de dinsel histeriler, krizler yükselmemişti. 15. yüzyılın önde gelen kardinallerinden ve Papa'nın danışmanlarından Cusa'lı Nicholas, kökten bir Yeni Platoncu evrenbilimi geliştirmiş ve görüşlerinin *İncil* ile çelişip çelişmeyeceği konusunda duyarlı davranma gereği hissetmemiştir. Yer'i Güneş ve diğer yıldızlar gibi devinen bir yıldız olarak görmesine, çalışmalarının geniş çevrelerde okunup büyük etki yapmış olmasına karşın, Kilise tarafından ne lanetlenmiş ne de eleştirilmiştir.

1616 yılında, daha doğru olmak gerekirse 1633 yılında, Güneş'in evrenin merkezinde olduğu ve Yer'in onun çevresinde döndüğü görüşüne inanmayı ve bu inancı öğretmeyi yasakladığında Katolik Kilise, yüzyıllardır uyguladığı davranış biçimini değiştiriyordu. Bu değişim, birçok koyu Katolik'te şok etkisi yaratmıştı; çünkü Kilise'nin karşı çıktığı bu evren görüşü lehinde hemen hemen her gün yeni kanıtlar toplanıyordu.

Bruno aşırıya gitmişti!

Kilise'nin 1610 yılından sonra Kopernik evrenine karşı gösterdiği duyarlılığın diğer bir nedeni, Yer'in deviniminin dinsel olarak neye işaret ettiğinin anlaşılmasındaki gecikmedir. Bu gecikmişliğin acısı filozof ve mistik kişiliği olan Giordano Bruno'dan çıkacaktı. Bruno, 1600 yılında Roma'da yakıldığında, Avrupa şaşkınlık içindeydi. Bruno, Kopernik öğretisine inandığı için yakılmadı; Baba, Oğul ve Kutsal Ruh gibi üç ayrı kişiliği tek bir olguda toplayan Hıristiyan dogmasına karşı çıkan görüşleri nedeniyle yakıldı. Bruno, çoğu kez sanıldığı gibi, bilim yolunda düşmüş bir şehit değildir. Bruno'nunkine benzer aykırı görüşler nedeniyle daha önceleri birçok Katolik yakılmıştı. Bruno, Kopernik'in önerisini kendi Yeni Platoncu ve Democritusçu dünya görüşüne benzetmiştir. Bu görüşe göre sonsuz evrende üretken tanrıların ürettiği sonsuz dünyalar vardır. Bruno, Kopernik evrenini İngiltere'de ve Avrupa kıtasında tartışmaya açtı ve bu öğretiye, *De Revolutionibus*'un kendisinde bile bulunamayacak bir önem sağladı. Kilise Bruno'nun Kopernikçiliğinden kesinlikle ürktü. Bruno'yu yakmalarına da bu korku neden olmuş olabilir.

Nedenleri ne olursa olsun, 1616 yılında Kilise, Kopernik öğretisini bir doktrin sorunu yaptı. Yer'in devinimine karşı verilen aşırı kavgalar 1616 yılından sonra başladı: Kopernik'in fikirleri lanetlendi; Galilei pişmanlığa davet edildi ve "ev hapsine" alındı; önde gelen Katolik Kopernikçiler aforoz edildi ve öğretileri yasaklandı. Kopernik evreninin üzerine saldırtılan Engizisyonu durdurmak olası değildi.

Kilise, Yer'in devinimini fiziksel bir gerçeklik olarak ele alan kitapların basımını 1822 yılına değin yasakladı. Bu zamana gelindiğinde, katıları hariç, Protestanların çoğu Kopernik'in öğretilerinin doğruluğunu onamıştı. Kilise'nin, Yer'in devinmediği konusundaki görüşüne inatla bağlı kalması, hem Katolik bilime hem de Kilise'nin saygınlığına onmaz yaralar açmıştır. Hele 1633 yılında

yaşlı Galilei'nin pişman olmaya iğrenç bir biçimde zorlanması, Katolik yazınında Kilise'ye karşı ağır bir suçlama ve saldırı kampanyası başlatmıştır.

Galilei'nin pişmanlığa davet edilmesi, Kopernik evrenine karşı verilen savaşın en şiddetli anıdır. 1610 yılından önce, Kopernik öğretisine karşı muhalefet mayalanırken, Yer'in devinimini savunanlardan, en fanatikler hariç, hemen hemen herkes bu inançlarını bırakmaya zorlanmıştı. Belki de *De Revolutionibus*'un en önemli savından vazgeçilecekti. Ancak 1633 yılında durum değişmeye başladı. 17. yüzyılın ilk yarısından önce, yeni ve güçlü kanıtlar, savaşın gidişini değiştirdi. Daha Galilei'nin pişmanlığa davet edilmesinden önce, Kopernik muhalefeti çaresiz bir artçı savaşına dönüşmüştü. Bu yeni kanıtlar, Kopernik'in hemen ertesinde yaşayan üç gökbilimcinin çalışmalarından geliyordu: Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630), Galileo Galilei (1564-1642).

TYCHO BRAHE: ARA AŞAMA

16. yüzyılın ilk yarısında Avrupa'nın en büyük gökbilimcisi Kopernik idiyse, Tycho Brahe (1546-1601) de ikinci yarısının en büyük gökbilimcisiydi. Bu iki gökbilimcinin kuvvetli yanları da, zayıf yanları da vardı. Bu açıdan kıyaslamalarını yapmak anlamsız olur. Kuramsal gökbilimci ve evrenbilimci olan Brahe'nin düşünsel alışkanlıkları daha gelenekseldi. Gökbilim kuramında güncelliğini uzun süre sürdürecek olan yeniliklerin peşinde değildi. Aslında Kopernik Devrimine karşı takındığı karşıt tavrı yaşamı boyunca sürdürdü. Yaşadığı dönemde büyük bir saygınlığa sahip olması, birçok gökbilimcinin yeni kuramı benimsemeyi ertelemesine neden oldu.

Brahe yeniliği: Güvenilir gözlemler

Brahe gökbilim kavramlarına yenilik getirmedi, ancak gözlem yöntemlerinde çok önemli değişikliklerin başlamasına neden oldu. Gökbilim verileri için gerek duyulan doğruluk standardını Brahe sağlamıştır. Kendisinden önceki gökbilimcilerin kullandığı gözlem aygıtlarından daha büyük, daha dengeli ve daha iyi ayarlanmış olanlarını tasarladı ve yaptı. Kendisinden önce toplanmış olan gökbilim verilerindeki yanılgıları düzeltti, gezegen ve yıldızların konumlarına ilişkin daha sağlıklı veriler elde etti. En önemlisi de, gezegenleri, yeğlenen belli konumlarında gözlemek yerine, düzenli gözlem yapma uygulamasını başlattı. Gezegen konumlarına ilişkin gözlemleri, +4 yay dakikası düzeyinde doğruluk gösteriyordu. Bu değer, antikçağın en iyi gözlemcilerinin eriştiği değerlerden iki kez daha iyiydi. Brahe'nin yapmış olduğu gözlemlerin doğruluğundan daha önemlisi, toplamış olduğu tüm verilerin güvenilirliğiydi. Yaşamı boyunca kendisi ve yetiştirdiği gökbilimciler, Avrupa gökbilimini eski ve kötü verilere bağlı olmaktan kurtardığı gibi, bu verilerden türemiş olan birçok gökbilim sorunlarını da ortadan kaldırdı. Brahe'nin gözlemleri gezegenler sorununu yeni bir düzeye taşımıştı. Bu yeni düzey, sorunun çözümü için gerekliydi. Hiçbir gezegen kuramı Kopernik'in kullanmış olduğu verilerle uyuşamazdı.

Tycho Brahe sistemi: Uzlaşma ihtiyacının ürünü

Brahe'nin gezegenler sorununa yaptığı başlıca katkı, verileri güvenilebilir, yeterince çok ve güncel kılmasıydı. Bu gözlemler Batlamyus dizgesini hızla yok ederken, Brahe'nin Kopernik Devriminde büyük bir rol oynamasını sağladı. Ancak, dönemin birçok yetkin gökbilimcisi gibi, Brahe de Yer'in devinimini onamıyordu. Kopernik'in bu önerisini yadsırken Brahe'nin ileri sürdüğü nedenlerin çoğu, yukarıda tartıştığımız, bilinen nedenlerdi.

Brahe yetkin bir gökbilimciydi. Yer'in devinimini yadsımış olmasına karşın *De Revolutionibus*'un gökbilime sunmuş olduğu matematiksel uyumu görmezden gelemiyordu. Bu yeni uyum, onu Kopernik evrenine kazandıramamıştı, ancak Batlamyus dizgesinden duyduğu hoşnutsuzluğu arttırmıştı. Hem Batlamyus hem de Kopernik evrenini yadsıyarak kendi adıyla anılan "Tycho" evrenini savundu.

Yer bir kez daha yıldız küresinin geometrik merkezine ve devinimsiz olarak yerleştiriliyordu. Böylece yıldız küresinin günlük dönmesi, yıldızların her gün çizdiği çembersel yörüngeleri açıklayabiliyordu. Batlamyus dizgesinde olduğu gibi, Güneş, Ay ve gezegenler, dıştaki bir küre tarafından her gün batıya doğru taşınıyordu. Bu arada Güneş, Ay ve gezegenler, kendilerine özgü ek yörüngesel devinimlerle doğuya doğru kayıyorlardı. Ay ve Güneş'in yörünge çemberlerinin merkezinde Yer bulunuyordu; bu aşamaya değin dizge, Batlamyus dizgesine benzemektedir. Ancak geriye kalan diğer 5 gezegenin yörünge çemberlerinin merkezinde Yer değil, Güneş bulunmaktadır.

Tycho dizgesinin en önemli ve tarihsel olarak en ilginç yanı, *De Revolutionibus*'un ortaya attığı sorunlara arabulucu nitelikte bir çözüm önermesinde yatar. Yer'in durgun ve evrenin merkezinde bulunması Kopernik'in önerisine karşı sürülen savları ortadan kaldırdı. *İncil*, devinim yasaları ve yıldız paralakslarının yokluğu gibi sorunlar, Brahe'nin önerisiyle uzlaşmaya girdi. Bu uzlaşmalar Kopernik'in başlıca matematiksel uyumlarından ödün verilmeden yapıldı. Tycho dizgesi aslında, matematiksel olarak Kopernik dizgesine tümüyle denkti. Kopernik'i, Yer'in devindiğine inandıran, uzaklık belirlemesi, iç gezegenlerin davranışında gözlenen görünürdeki anormallikler ve diğer uyumların hepsi Tycho dizgesinde de korunuyordu.

Tycho dizgesinin kendine özgü tutarsızlıkları vardı: Gezegenlerin çoğunun yörünge merkezi kaymıştı. Evrenin geometrik merkezi çoğu gök devinimlerinin merkezi olmaktan çıkmıştı. Yaklaşık olarak Brahe'nin gezegen devinimlerini üretebilecek fiziksel bir dizgeyi düşlemek oldukça zordur. Bu nedenle, Tycho dizgesi, Kepler ve onun gibi Yeni Platoncu gökbilimcileri etkileyememişti. Kepler, aslında, bakışıklığı nedeniyle Kopernik dizgesini yeğliyordu.

Tycho dizgesi, dönemin teknik olarak yetkin, ancak Kopernikçi olmayan birçok gökbilimcisini safına çekebilmişti. Çünkü bu dizge, o dönem derin biçimde hissedilen ikilemden kaçış sağlıyordu: Fiziksel, evrenbilimsel ve dinsel konulardan ödün vermeksizin, Kopernik dizgesinin sağladığı matematiksel yararı kullanıyordu. Tycho dizgesinin gerçek önemi burada yatar. Bu dizge, hemen hemen kusursuz bir uzlaşma sağlamıştır. Geriye dönüp bakıldığında görülüyor ki, Tycho dizgesi varlığını, o dönem gerek duyulan uzlaşmaya borç-

ludur. Tycho dizgesi, *De Revolutionibus*'un bir yan ürünüdür. Ancak Brahe bu gerçeği yadsıdı. Kendi dizgesinin Kopernik'inkinden hiçbir şey almadığını savundu. Ancak bu öğretinin, hem kendi hem de çağdaşları üzerindeki baskısının bilincinde değildi. Kendi dizgesini oluşturmadan önce hem Batlamyus, hem de Kopernik gökbilimini baştan sona çalışmıştı. Ve kendi dizgesinin hangi sorunu çözmesi gerektiğini önceden açık bir biçimde biliyordu.

Brahe'nin Kopernik'e yönelttiği eleştiriler ve gezegenler sorununa getirdiği uzlaşmalı çözüm, Yer'in devinimi konusunda çağdaşı olan birçok gökbilimci gibi kendisinin de geleneksel düşünce biçiminden kurtulamadığını gösterir. Kopernik'ten sonraki gökbilimciler içinde en tutucu olanı Brahe'dir. Ancak çalışmalarının etkisi tutucu değildi. Tam tersine, hem kendi dizgesi hem de gözlemleri, kendisinden sonra gelen gökbilimcilerin Aristoteles-Batlamyus evreninin önemini yadsıyıp Kopernik evreni saflarına geçmelerini sağlamıştır. Birincisi, Brahe'nin dizgesi, gökbilimcilerin Kopernik gökbiliminin sorunlarıyla tanışmasını sağlamıştır; çünkü Tycho ve Kopernik dizgeleri geometrik olarak denktir. Daha önemlisi, Brahe dizgesi kuyrukluyıldızlara ilişkin gözlemleriyle eskiden gezegenleri taşıdığı sanılan kristal kürelerin varlığından vazgeçilmesini sağlamıştır. Tycho dizgesinde Mars'ın yörüngesi, Güneş'in yörüngesiyle kesişir. Bu nedenle, Mars ve Güneş, onları taşıyan kürelerin üzerinde bulunamaz; çünkü her iki küre birbiri içinden geçecek ve sürekli birbiri içine sızacaktır. Benzer şekilde, Güneş'i taşıyan küreden, Merkür ve Venüs'ü taşıyan kürelerden vazgeçmek bir gökbilimciyi Kopernik yanlısı yapmaz. Gezegen devinimlerini açıklayabilmek için Kopernik'in kendisi de küreleri kullanmıştır. Değişikliklere uğramış biçimiyle küreler Aristotelesçi evrenbilim geleneğinin temel bileşenidir. Kopernik evreninin başarısı önündeki başlıca engel, bu Aristotelesçi gelenekti.

Çağdaşlarını yeni bir evrenbilime kazandırma sürecinde Brahe'nin beceri dolu gözlemleri, Tycho dizgesinden daha önemli rol oynamıştır. Bu gözlemler, Kopernik yeniliklerini ilk kez gezegen sorununun gerçekten yeterli çözümüne dönüştüren Kepler'in çalışmalarındaki temel unsur olmuştur. Brahe'nin toplamış olduğu bu yeni veriler, Kopernik dizgesinin düzeltilmesinde kullanılmadan önce, klasik evrenbilimden önemli bir kopuşun gerekliliğine de işaret ediyordu: Veriler, evrenin değişmezliği konusunda ortaya ciddi kuşkular getiriyordu.

Gökyüzü değişebilir mi?

Brahe, gökbilim çalışmalarına henüz başladığı 1572 yılının sonlarına doğru, Cassiopeia takımyıldızında yeni bir gökcismi ortaya çıktı. İlk kez gözlendiğinde bu cisim çok parlaktı; Venüs'ün en parlak olduğu dönemleri andırıyordu. Bu dönemi izleyen 18 ay içinde gökyüzünün bu yeni üyesi giderek sönükleşti ve sonunda 1574 yılının başlarında tümüyle yok oldu. Gökyüzünün bu yeni konuğu, daha en başından, tüm Avrupa'da, bilimadamı olsun olmasın herkesin ilgisini çekti. Bu cisim bir kuyrukluyıldız olamazdı, çünkü kuyruğu yoktu. Ayrıca yıldızlar küresinin daima aynı konumunda görünüyordu. Bu, açıkça Tanrısal bir olaydı. Astrolojik çabalar hızlandı; gökbilimciler gözlemlerini ve yazılarını gökyüzünün bu "yeni yıldızı" üzerinde yoğunlaştırdı.

"Yıldız" sözcüğü, bu yeni olayın gökbilim ve evrenbilim açısından önemini vurgulayan anahtar sözcüktü. Eğer bu gerçekten bir yıldız idiyse, değişmezliğine inanılan gökyüzü değişmişti. Ve yine eğer bu cisim bir yıldız idiyse, Yer'i bir gezegen olarak düşünmek daha kolay olacaktı. Yer'deki olayların zamanla değişir olma özelliği gök olayları için de geçerli olacaktı. Brahe ve çağdaşları içinde en yetkin olanları bu cismin bir yıldız olduğu konusunda birleştiler; çünkü yıldızlarla birlikte devindiği gözlendi. Evrenbilimde ortaya çıkabilecek bir dalgalanma için diğer bir neden keşfedilmişti. Ay ötesi bölgenin değiştiğine ilişkin tek kanıt, eğer bu yeni yıldız, ya da 1572 novası olsaydı, gökyüzünün değişebileceğini gösteren bu 16. yüzyıl keşfi göreceli olarak fazla etki yapmayabilirdi.

Ancak, Ay ötesi bölgenin değişebilirliği konusunda sürekli yeni kanıtlar toplanıyordu. Bu kanıtları, Brahe'nin dikkatli bir biçimde 1577, 1580, 1585, 1590, 1593 ve 1596 yıllarında gözlediği kuyrukluyıldızlar sunuyordu. Bir kez daha ölçülebilir paralaks gözlenememişti. Bu nedenle kuyrukluyıldızlar da ay küresinin ötesinde olmalıydı. Bunlar, önceleri, kristal kürelerin bulunduğuna inanılan bölgenin içinde deviniyorlardı.

Brahe'nin nova gözlemleri gibi kuyrukluyıldızlar konusunda ileri sürdüğü savlar da çağdaşlarının tümünü inandıramamıştı. 17. yüzyılın ilk 10 yılı boyunca Brahe'nin düşünceleri sık sık saldırıya uğradı. Kopernik'e karşı yöneltilen acımasız saldırılar, şimdi de Brahe'ye yöneltilmişti. Bu saldırılar, kuyrukluyıldız ve novaların Yer-Ay arası bölgeye ilişkin olduğuna, dolayısıyla gökyüzünün değişmezliğinin korunması gerektiğine inananlarca düzenleniyordu. Ancak Brahe, çok sayıda gökbilimciyi Aristotelesçi dünya görüşünün yanılgıları konusunda ikna etti; daha önemlisi, geliştirdiği sav biçimi, kuşkucularına Brahe'nin sonuçlarını sürekli denetleme olanağı veriyordu. Çıplak gözle görülebilecek denli parlak olan kuyrukluyıldızlar birkaç yılda bir ortaya çıkıyordu. Bu cisimlerin Ay ötesi cisimler olduğu gerçeği gözlemler sonucunda ortaya çıktıktan sonra, geniş bir tartışma başladı. Gökyüzünün değişebileceği konusunda kuyrukluyıldızların sunduğu kanıtlar daha fazla göz ardı edilemezdi, çarpıtılamazdı. Kazanan taraf bir kez daha Kopernikçilerdi.

Aslında, Brahe ve çağdaşlarının geleneksel evrenbilimin çöküşünü ve buna koşut olarak Kopernik kuramının yükselişini hızlandıran gözlemleri, antikçağdan beri yapılabilecek gözlemlerdi. Gözlenen olaylar ve gözlem için gerekli aygıtlar, Brahe'nin doğumundan 2000 yıl önce de vardı. Ancak gözlemler ya yapılamadı ya da yapılmış olsa bile yeterince yorumlanamadı. 16. yüzyılın ikinci yarısında, çağlar boyunca bilinen olayların, anlamı ve önemi hızla değişti. Yeni bilimsel düşünce akımına başvuru yapmadan bu değişiklikleri anlamak olanaksızdır. Bu değişikliklerin ilk temsilcisi Kopernik'tir. *De Revolutionibus* bir dönüm noktasıydı ve bu noktadan geriye dönüş yoktu!

JOHANNES KEPLER: DEVRİM HIZLANIYOR

Kopernik'in ölümünden sonra gökbilimine sunulan yeni sorunların çözümü, Brahe'nin en ünlü çalışma arkadaşı Johannes Kepler (1571-1630) tarafından verilmeye başlanmıştır. Kepler, yaşamı boyunca Kopernik evrenini sa-

vundu. Kepler'i Kopernik evrenine kazanan kişi, Kepler Tübingen Protestan Üniversitesi'nde öğrenciyken Maestlin olmuştur. Kepler'in bu dizgeye olan inancı hiçbir zaman sarsılmamıştır. Kepler'in ilk önemli kitabı, 1596 yılında basılan *Cosmographical Mystery*'dir. Bu kitabın önsözü uzun bir Kopernik dizgesi savunusuyla açılır. Kepler'in savları Kopernik'inkilere kıyasla daha sayısal olmasına karşın içerik yönünden aynıdır. Kopernik'in tersine Kepler, savlarını daha uzun tutmuş ve daha ayrıntılı çizelgeler kullanmıştır. Yeni gökbilimin matematiksel savlarının tam gücü, ilk kez Kepler'in çalışmalarında gösterilmiştir.

Kepler, Kopernik'i tutarlılaştırıyor

Kepler, Güneşmerkezli gezegen dizgesini savunmasına karşın, Kopernik'in geliştirmiş olduğu özel matematiksel dizgeye karşı oldukça eleştirel bir yaklaşım gösteriyordu. Kepler yazılarında, Kopernik'in kendi kuramının zenginliklerinin farkında olamadığını, Güneş ve Dünya'nın konumlarını değiştiren ilk yürekli adımdan sonra, dizgesinin ayrıntılarını geliştirirken Batlamyus'a daha yakın kaldığını defalarca vurgulamıştır. Kepler, *De Revolutionibus*'daki uyumsuzluk ve eski artıkların varlığının ayrımındaydı ve bu durumdan rahatsızlık duyuyordu. Yer'in bir gezegen olarak yeni konumunu, diğer gezegenler gibi Güneş tarafından güdüldüğü gerçeğini açıkça ve tam olarak kullanıp, Kopernik evrenindeki uyumsuzlukları ortadan kaldırma görevini üstlendi.

Kopernik, Güneşmerkezli dizgede Yer'i bir gezegen olarak alıp, devinimini inceleme konusunda çok becerikli olamadı. Örneğin, Batlamyus dizgesinde tüm gezegenlerin yörünge düzlemleri, Yer'in merkezinde kesişecek biçimde oluşturulmuştu. Yer'in bu dizgede özgün bir konumu olmadığını savunan Kepler, gezegenlerin yörünge düzlemlerinin Güneş'te kesişmesi gerektiğinde diretiyordu. Kopernik dizgesinin özüne bağlı kalarak, Batlamyus'tan bu yana ilk önemli ilerlemeyi gösterdi: Gezegenlerin tutulum düzleminin kuzey ve güneyine doğru sapınçlarının açıklamasını verdi.

Diğer bir örnek: Kopernik, Merkür ve Venüs'ün yörünge basıklıklarının yavaş da olsa değiştiğine inanıyordu. Bu değişikliği açıklamak üzere dizgesine yeni çemberler eklemişti. Kepler bu görünürdeki değişikliklerin yalnızca Kopernik'in yörünge basıklığı tanımındaki tutarsızlıktan kaynaklandığını gösterdi. *De Revolutionibus*'ta Yer'in yörünge basıklığı Güneş'ten, diğer gezegen yörünge basıklıkları ise Yer'in yörünge merkezinden ölçülmüştü. Kepler, Kopernik evreninde tüm gezegen yörünge basıklıklarının aynı biçimde ve Güneş'ten ölçülmesi gerektiği konusunda diretti. Bu yeni ilke uygulandığında, görünürdeki yörünge basıklığı değişikliklerinden bazılarının ortadan kalktığı ve hesaplamalarda kullanılan bazı çemberlere gerek kalmadığı görüldü.

Yukarıda saydığımız örneklerden de görüldüğü gibi Kepler, Kopernik'in matematiksel yöntemiyle Güneşmerkezli evren görüşünün uyumunu sağlamaya çalışıyordu.

Yörüngeler neden çember olsun ki?

Bu çabaları sonucunda Kepler, gezegenlerin konumlarını doğru ve basit bir biçimde hesaplayan yöntemi buldu. Kepler en temel bulgularını Mars'ın de-

vinimi üzerine çalışırken yapmıştır. Basık bir yörüngeye sahip olan Mars'ın Yer'e yakın olması, yörünge deviniminde düzensizlikler ortaya çıkarıyor, matematiksel gökbilimcilere ciddi bir sorun yaratıyordu. Batlamyus bu sorunu çözemedi. Kopernik de başarısızdı. Brahe, yalnızca bu amaçla bir dizi uzun gözlemler yaptı ama sonunda o da sorunun dayattığı güçlüklere teslim oldu. Brahe ile birlikte gözlem yapan Kepler, yeni gözlemlerin ve gözlem tekniklerinin mirasçısı olarak bu soruna eğildi.

Bu, Kepler'in hemen hemen 10 yılını alan ağır bir çalışmaydı. İki yörüngenin açıklığa kavuşması gerekiyordu: Mars'ın kendi yörüngesi ve Mars'ın gözlemlerinin yapıldığı Yer'in yörüngesi. Kepler bu yörüngelerin hesaplanmasında kullanılan çember kombinasyonlarını defalarca değiştirmek zorunda kalıyordu. Brahe'nin mükemmel gözlemleri karşısında sınadığı, ancak uyuşmadığı için bıraktığı kuramsal dizgelerin sayısı çok fazlaydı. Kepler'in bulduğu ara çözümler, hem Batlamyus hem de Kopernik'inkinden çok daha iyiydi. Kepler'in kendi kurduğu ve yadsıdığı kuramsal dizgelerin çoğu, daha erken dönemlerin matematiksel gökbilimcilerini tatmin edecek düzeydeydi. Ancak bu gökbilimciler Brahe'den önce yaşamıştı ve elde ettikleri gözlem doğrulukları Brahe'ninkilerle kıyaslanamayacak denli kötüydü. Kepler, Tanrının Tycho Brahe kişiliğinde çok iyi bir gözlemci yarattığını, dolayısıyla gerçek gök devinimlerini bulabilmek için bu büyük ödülden yararlanılması gerektiğini savunuyordu.

Çok uzun ve başarısız deneme yanılma sonucunda Kepler, çemberler kombinasyonuna dayalı hiçbir dizgenin, gezegen devinim sorununu çözemeyeceği sonucuna vardı. Sorunu çözecek olan anahtarın, çemberden başka bir geometrik şekilde yattığını düşündü. Değişik oval yörüngeler denedi, ancak bunlardan hiçbiri kuramıyla gözlemler arasındaki uyuşmazlığı ortadan kaldıramadı. Daha sonra bir rastlantı sonucu, uyuşmazlıkların da bilinen bir matematiksel yasayla değiştiğine dikkat etti. Uyuşmazlıkların düzenli değişimini araştıracak önemli bir bulguya vardı: Eğer gezegenler eliptik yörüngelerde ve Kepler'in kendisinin bulduğu değişken hızlarla devinirlerse, kuram ile gözlemler uyuşuyordu. Kepler bu sonuçları ilk kez 1609 yılında Prague'da yayımlanan *On the Motion of Mars* adlı kitabında açıkladı. Apollonius ve Hipparchus'tan bu yana kullanılan matematiksel yöntemler içinde en basit olanı, gezegen konum ve devinimlerinin öngörülmesinde en doğru sonuçları veriyordu. Gezegenler sorunu en sonunda çözülmüştü ve bu çözüm Kopernik evreninde yapılmıştı.

Kepler'i ünlü yasalarına ulaştıran süreç

Kepler'in birinci yasası, gezegenlerin basit eliptik yörüngelerde devindiğini ve Güneş'in bu eliptik yörüngelerin iki odağından birinde konuşlandığını söyler. Kepler'in ikinci yasası, her bir gezegenin yörünge hızının, gezegeni Güneş'e birleştiren doğrunun eşit zaman aralıklarında, eşit elips alanı tarayacak biçimde değiştiğini söyler. Batlamyus ve Kopernik gökbiliminde ortak olan basit çembersel yörüngeler yerine, eliptik yörüngeler; merkez ya da merkez yakınındaki bir nokta çevresinde tekdüze devinim yasası yerine, eşit alanlar yasası kullanıldığında; taşıyıcı çember (deferent), gezegen çemberi (epicycle), kaymış merkez (equant), eşmerkezli olmayan çemberlere (eccentrics) ve ku-

ramla gözlemlerin uyuşmasını sağlamak amacıyla yapılan varsayımlara (ad hoc assumotions) gerek kalmamıştır. Tek bir geometrik eğri ve tek bir hız yasası ilk kez gezegen konumlarını öngörmede yeterli oluyordu ve yine öngörüler ilk kez gözlemler denli doğruydu.

Çağdaş bilime miras kalan Kopernik gökbilim dizgesi, bu nedenlerle, Kepler ve Kopernik'in ortak ürünüdür. Kepler'in 6 elipsten oluşan dizgesi, Güneş-merkezli gökbilimin başarılı olmasına neden olduğu gibi, Kopernik yeniliklerinin hem verimli hem de ekonomik olduğunu da gösterdi. Kopernik dizgesinin çağdaş Kepler dizgesine dönüşümü için neye gereksinim duyulmuştu? Kepler'in başarısı için iki şey gerekiyordu: Birincisi inançlı bir Kopernik yanlısı olmak; Yer'i de gezegen olarak görmek ve tüm gezegen yörünge düzlemlerinin Güneş'in merkezinden geçtiğine inanmak. İkincisi, Brahe'nin gözlemleri. Kopernik ve ondan önceki Avrupalı gökbilimcilerin kullandığı gözlemsel verilere yanılgılar bulaşmıştı. Bu yanılgılar ayıklanmış olsa bile, kuram-gözlem uyuşumuna erişilemeyecekti. Brahe'ninkinden daha az duyarlı olan Kepler gözlemlerini, Kepler'in de gösterdiği gibi, klasik çemberler kombinasyonu açıklayabiliyordu. Kepler'i ünlü yasalarına ulaştıran süreç, doğru verilerin varlığı ve Yer'in gezegen olduğuna önceden inanmış olmasıydı.

Tuhaf bir önsezi ve "şapkadan çıkan" sonuç

Ayrıca, Kepler sarsılmaz bir Yeni Platoncuydu. Basit matematiksel yasaların tüm doğal olayların temeli ve Güneş'in de gökyüzü devinimlerinin fiziksel nedeni olduğuna inanıyordu. Gökbilime yapmış olduğu kalıcı ve geçici katkılar, mistik Yeni Platoncu inancın bu iki özelliğini de sergiliyordu. Kepler kitabının 4. bölümünde Güneş'i şöyle tanımlıyordu: "...yalnız duran bu cisim, gezegenlerin deviniminden sorumlu olabilecek denli saygın ve güçlüdür; Tanrının tahtı olmaya değer bir cisimdir." Yukarıda saydığımız belli doğal uyumsuzluklarla birlikte bu inanç, onun Tycho dizgesini yadsımasının nedenidir. Bu inanç, onun kendi araştırmalarında ve özellikle ikinci yasasını türetmede son derece önemli rol oynamıştır. Orijinal olarak, ikinci yasa, gözlemlerden türetilmemiştir; ya da daha doğrusu, bu yasanın türetilmesinde kullanılan veriler az sayıdaydı ve duyarlı olması gerekmiyordu.

İkinci yasada Kepler'in fiziksel önsezisi, gözlemlerden daha büyük rol oynamıştır. Güneş'ten kaynaklanan ve *anima motrix* adını verdiği devinen kuvvet ışınları, gezegenleri yörüngelerinde devinmeye zorlayan kuvvetti. Kepler, bu ışınların tüm gezegenlerin devindiği tutulum düzlemi ve onun yakınlarına kısıtlandığına inanıyordu. Bu nedenle, bir gezegen üzerine etki eden ışınların sayısı ve bu sayıya karşılık gelen kuvvet, gezegenle Güneş arasındaki uzaklık arttıkça azalacaktı. Güneş'e olan uzaklık iki katına çıkınca, gezegen üzerine düşen *anima motrix* sayısı yarı yarıya azalacaktı; bunun sonucunda gezegenin yörünge hızı da yarıya inecekti. Kepler'in erken dönemlerdeki çalışmasının bir ürünü olan bu uzaklıkla ters orantılı hız yasası, tuhaf bir önsezinin "şapkadan çıkardığı" sonuçtu. Bu yasanın erken dönemlerde hazırlanan biçimi doğru değildi. Sonraki dönemlerde hazırladığı ve Kepler'in 2. yasası olarak bilinen alanlar yasasıyla ters uzaklık yasası denk değildir. Alanlar yasası daha iyi sonuç

vermektedir. Ancak gezegen konumlarını hesaplamada kullanıldığında hız yasasının her iki biçimi de hemen hemen aynı sonucu vermektedir. Kepler, bu iki yasanın ilkesel olarak denk olduğunu düşünürken yanılıyordu ve yaşamı boyunca bu iki yasayı değişmeli olarak aynı amaçla kullanmıştı.

Kepler'in eliptik yörüngeler üzerine olan çalışması, günün en iyi gözlem verileriyle en acılı ve en tüketici boğuşması biçiminde olmuştur. Deneme yörüngesinin birini alıyor diğerini bırakıyordu, çünkü onca ağrılı, sancılı hesaplamalardan sonra oluşturduğu kuramsal model, Brahe'nin verileriyle uyuşmuyordu. Kepler'in bu ağrılı, sancılı ve sonucunda kaçınılmaz olarak son derece dikkatli ve doğru çabası, kurduğu yörüngelerle nesnel verilerin uyuşmasını amaçlıyordu. Bu çaba, en iyi bilimsel yöntemin erken bir örneği olarak bilinir. Bununla birlikte, Kepler'in 1. yasası olarak bilinen eliptik yörüngeler yasası, yalnızca gözlem ve hesaplamalardan türememiştir.

Bu aşamaya değin, yörünge, hız yasası ve gözlemler arasındaki ilişki incelenmedi. Eskiçağ ve ortaçağ gökbilimcileri önceden basit bir hız yasası seçerlerdi. Kepler öncesi gökbilimciler, gezegen çemberlerinin (epicycle) taşıyıcı çember (deferent) üzerinde tekdüze bir hızla devinmesi gerektiğini varsayıyorlardı. Bu gökbilimciler böylesi bir varsayım olmaksızın kuram-gözlem ilişkisini araştırmaya başlamazlardı; çünkü bir hız yasasının yokluğunda yörüngenin özgün bir biçimde belirlenmesi, gezegenin belli bir zamanda nerede bulunacağı konusunda ya çok az şey söyleyebilir, ya da hiçbir şey söyleyemez. Ne hız yasası ne de yörünge bağımsız olarak gözlemlerden türetilebilir. Bu nedenle Kepler, eski gökbilimcilerin kullandığı tekdüze devinim yasasını yadsırken yerine ya yenisini koyacak ya da gezegen yörünge hesaplarını tamamen bırakacaktı. Aslında eski yasayı, kendi yasasını geliştirdikten sonra bıraktı. Yeni Platoncu önsezileri ona, bu yasanın Güneşmerkezli evrendeki gök devinimlerine daha iyi uyduğunu söylüyordu.

Kepler'in ters uzaklık yasasının türetilmesi, onun matematiksel uyuma olan inancının yanı sıra, Güneş'in rolüne olan inancını da sergiler. Kepler, *anima motrix* kavramını geliştirdikten sonra bu kavramın en kaba gözlemlerle bile uyuşacak biçimde işlerlikte olması gerektiğine işaret etti. Örneğin Kepler, gezegenlerin enberi (perihelion) noktasında daha hızlı devineceğini biliyordu. Ancak elinde başka veriler de vardı ve bu veriler, ters uzaklık yasasına temel olabilecek nicel veriler değildi. Kepler'in sayıların uyumuna olan inancı ve bu inancın çalışmalarındaki rolü, çağdaş gökbilime miras olarak bıraktığı bir başka yasada kendini gösteriyordu. Bu, Kepler'in 3. yasasıdır ve 1619 yılında *Harmonies of the World* adlı kitabında duyurulmuştur.

3. yasa

3. yasa, yeni türden bir yasaydı. Birinci ve ikinci yasalar yalnızca tek tek gezegenlerin kendi yörüngelerindeki devinimlerini açıklıyorlardı. Bir bakıma eskiçağ ve ortaçağ gökbilim yasalarından farklı değillerdi. Bu durumun tersine, 3. yasa, değişik yörüngelerdeki gezegenlerin hızları arasındaki ilişkiyi kurmuştu. Bu yasaya göre, eğer T_1 ve T_2 iki gezegenin dolaşma dönemi ve R_1 ve R_2 de bu gezegenlerin Güneş'e olan ortalama uzaklığı ise,

$(T_1/T_2)^2 = (R_1/R_2)^3$'dür. Bu, insanı büyüleyen bir yasadır; çünkü Güneş dizgesinde daha önce düşünülmemiş olan bir düzeni göstermektedir. Bu yasa, gezegenler kuramını değiştirmedi. Daha önce bilinmeyen niceliklerin hesaplanmasında da kullanılmadı. Her bir gezegenin yörünge boyutları ve dönemleri önceden biliniyordu.

Bu yasanın uygulamadaki kullanımı çok fazla değildi, ama 3. yasa, Kepler'i yaşamı boyunca en çok büyüleyen yasaydı. Kepler, matematiksel Yeni Platoncu ya da Yeni Pisagorcuydu. Tüm doğa olaylarının basit matematiksel uyumlar sergilediğine ve biliminsanının görevinin bu bağıntıları keşfetmek olduğuna inanıyordu. Kepler'e göre 3. yasa, Tanrının gezegen yörüngelerini nasıl düzenlediğini yansıtıyordu. Kepler, yaşamı boyunca, matematiksel uyumdan türetilmiş olan bu tür açıklamaların peşine düşmüştü. Buna benzer birçok yasa ortaya attı. Ancak bugün bu yasaları kullanmıyoruz, çünkü gözlemlerle uyuşmuyorlar. Kepler çok sayıda bu tür matematiksel uyumu keşfettiğini düşünüyordu ve bunlar onun en çok sevdiği gökbilim yasalarıydı.

Kullanılan ve kullanılmayan yasalar

İlk büyük yapıtı olan *Cosmographical Mystery*'de, gezegenlerin sayısıyla, onların yörüngelerinin boyutları arasındaki ilişkinin anlaşılabileceğini belirtiyordu. Bu ilişki, gezegen küreleri ve 5 düzgün ya da "kozmik" katı cisim cinsinden kurulabilirdi. Bu katı cisimlerin hepsinde ortak olan yan şudur: Cismin tüm yüzeyleri birbirine denktir ve yüzleri oluşturan düzlem şekillerin tüm kenarları birbirine eşittir. antikçağda bu tür katı cisim sayısının yalnızca 5 olduğu gösterilmişti: küp, tetrahedron, dodecehedron, isocahedron ve octahedron. Eğer Satürn'ün yörünge küresinin içine bir küp ve o kübün içine de Jüpiter'in yörünge küresi yerleştirilirse; Jüpiter'in yörünge küresi içine bir tetrahedron ve onun da içine Mars'ın yörünge küresi yerleştirilir ve diğer 3 katı cisimle diğer 3 gezegen yörünge küreleri de benzer şekilde iç içe yerleştirilirse, kürelerin göreceli boyutları tam tamına Kopernik'in ölçüm yöntemiyle belirlendiği değere eşit olur. Eğer bu yaklaşım kullanılırsa, 5 düzgün katı cisme yalnızca 6 tane gezegen karşılık gelir. Kepler, yalnızca 6 gezegenin varlığını ve onların diziliş biçimlerinin nedenini buna bağlamıştır. Tanrının doğası, Kepler'e göre matematikseldi.

Bugün sayıların uyumuna olan bu koyu inancı tuhaf karşılıyoruz. Kepler'in sayıların uyumuna olan inancını uygulamaya koyması, bize biraz safdillik olarak görünebilir, ancak çağdaş araştırmayı devinime geçiren ve motivasyon denen dürtü, inançtan çok farklı değildir. Kepler'in bugün kullanmadığımız "yasalarını" ortaya çıkarırken göstermiş olduğu bilimsel davranış biçimi, bugün kullandığımız yasalarını keşfederken göstermiş olduğu davranış biçiminden farklı değildi. Kepler'in hem bugün kullanmadığımız "yasaları" ve hem de bugün kullanılan üç yasası matematiksel uyumun varlığına olan inançtan kaynaklanmıştır. Aslında benzer bir inanç da, Kopernik'in geleneksel gökbilimden koparak, Yer'in devindiğini ileri sürmesinde büyük rol oynamıştır. Ancak Kepler'in çalışmalarında, özellikle bugün kullandığımız kısımlarında, Yeni Platoncu felsefi dürtü kendisini açıkça sergilemiştir: Bu dürtü, Tanrının doğayla birlikte yoğurduğu gizli matematiksel uyumu keşfetme dürtüsüydü.

GALILEO GALILEI: TELESKOP GÖKYÜZÜNE ÇEVRİLİNCE...

Kepler, gezegenler sorununu çözdü. En sonunda, Kopernik'in önerisinin Kepler biçimi, tüm gökbilimcileri hemen hemen kesinlikle Kopernikçi gökbilime kazandıracaktı. Özellikle yeni kuramdan türetilmiş olan ve daha önce kullanılan gökbilim çizelgelerinin hepsinden kesinlikle daha üstün olan *Rudolphine Tables* adlı çizelgesinin 1627 yılında yayımlanmasından sonra, Kopernikçi gökbilimcilerin sayısı artmaya başladı. Kopernik Devriminin gökbilim bileşeninin öyküsü Kepler'in çalışmalarının giderek onanmasıyla sona ermiş olabilirdi. Çünkü Kepler'in çalışması gökbilimde kalıcı olması için gerekli tüm öğeleri içeriyordu. Ancak, devrimin gökbilim bileşeninin öyküsü burada son bulmuyordu. 1609 yılında İtalyan bilimadamı Galileo Galilei (1564-1642), insanlık tarihinde ilk kez gökyüzüne bir teleskopla bakıyordu. Galilei'nin gözlemleri, gökbilime antikçağdan bu yana girmiş olan verilerden nitel olarak çok farklı bir katkıda bulunuyordu. Galilei'nin teleskopu, Kopernik evreninin doğruluğuna ilişkin sayısız kanıt sunuyordu.

Teleskopun gözler önüne serdiği evren

1609 yılında teleskop yeni bir aygıttı; ancak ne denli yeni olduğu kesin olarak bilinmemektedir. Galilei, bir Hollandalı mercek kesicisinin, iki merceği birleştirerek uzaktaki cisimleri büyüttüğünü duymuştu. Galilei'nin kendisi de değişik kombinasyonlar deneyerek açısal çözümleme gücü düşük bir teleskop yaptı. Daha sonra Galilei, o güne değin kimsenin yapmadığı bir şeyi yaptı: Teleskopunu gökyüzüne çevirdi; sonuç, şaşırtıcı bir güzellikti. Her bir gözlem, gökyüzünün yeni ve öngörülmeyen cisimlerini sergiliyordu. Teleskop, Güneş, Ay ve gezegenler gibi tanışık olduğumuz gökcisimlerine çevrildiğinde bile, bu cisimlerin bilinmeyen ve şaşırtıcı yanlarını açığa çıkarıyordu. Galilei'nin Kopernikçi dünya görüşü, onun teleskopla tanışmadan önceki yıllarına değin uzanıyordu. Galilei, her yeni köşede yeni yıldızlar keşfediyordu. Teleskopla bakıldığında, kalabalık yıldız kümelerinin sayısı daha da artıyordu. Çıplak gözle bakıldığında gökyüzünde solgun bir ışık lekesi olarak görünen Samanyolu Gökadası'nın, sonsuz sayıdaki yıldızlar topluluğu olduğu anlaşıldı. Teleskop öncesi çağlarda Samanyolu'nun, tıpkı kuyrukluyıldızlar gibi, Yer-Ay arası bölgenin bir gök olayı olduğuna inanılırdı. Bir anda gökyüzü sonsuz sayıda yeni konuklarla dolmuştu. Bazı Kopernik yanlısı gökbilimcilerin savunduğu dev boyutlardaki (belki de sonsuz...) evren, artık daha akla yatkın görünüyordu. Bruno'nun "evrenin sonsuz boyutlara sahip olmasının ve sonsuz sayıda uygarlıkları barındırmasının, Tanrının sonsuz yaratıcılığını gösterdiğine" ilişkin mistik görüşü, daha anlamlı olmaya başlamıştı.

Yıldızlardan gelen destek

Yıldız gözlemleri, Kopernikçi gökbilimcilerin karşılaştığı teknik güçlükleri de alt etti. Çıplak gözle gözlem yapan gökbilimciler, yıldızların açısal çaplarını ölçebiliyorlardı. Yer ile yıldızları taşıyan küre arasındaki uzaklık da

herkesçe onanmış bir değere sahipti. Böylece açısal çap, doğrusal boyutlara dönüştürülebiliyordu. Batlamyus evreninde bu değerlendirmeler akla yatkın sonuç veriyordu: Yıldızların Güneş denli ya da ona yakın boyutlara sahip olduğuna inanılıyordu. Ancak Brahe, Kopernikçi evrene yönelttiği saldırılarda defalarca vurguladığı gibi, eğer yıldız paralaks yokluğu, Kopernik evreninin çok büyük olduğuna işaret ediyorsa, yıldızlar inanılmayacak boyutlarda olmalıydı. Brahe'nin hesaplarına göre, gökyüzünün en parlak yıldızlarının yarıçapı, Güneş-Yer arası uzaklığa eşit olacak denli büyük olmalıydı ki, Brahe buna inanmak istemiyordu. Ancak teleskop gökyüzüne çevrildiğinde Brahe'nin sorununun görünürdeki bir sorun olduğu ortaya çıktı. Yıldızların, Brahe'nin hesapladığı gibi çok büyük olması gerekmiyordu. Teleskop gökyüzündeki yıldızların sayısını dev rakamlarla artırmış olmasına karşın, onların görünürdeki boyutlarını artırmamıştı. Galilei'nin teleskopu Güneş, Ay ve gezegenleri daha büyük gösteriyordu ama yıldızların boyutları değişmemişti. Çıplak gözle yapılan gözlemlerin, yıldızların açısal çaplarını çok abartılı verdiği ortaya çıktı. Atmosferdeki çalkantıların neden olduğu bu olayda, yıldızların görüntüleri netliğini yitirir ve daha geniş bir alana yayılırlar. Aynı etki, yıldızların yanıp sönüyormuş gibi görünmesine de neden olur. Teleskop, bu etkileri büyük ölçüde ortadan kaldırır, göze daha çok sayıda ışık ışınının toplanmasına neden olur.

Ay ve Jüpiter'den gelen kanıtlar

Kopernik evreni lehindeki tek, hatta en iyi kanıtı yıldızlar oluşturmadı. Galilei teleskopunu Ay'a çevirdiğinde, Ay'ın yüzeyinin çukurlar, kraterler, vadi ve dağlarla kaplanmış olduğunu keşfetti. Güneş, Ay ve Yer'in göreli konumlarının bilindiği bir anda, dağların kraterler üzerine düşen gölge uzunluklarını ölçerek, Ay'ın çukurlarının derinliğini ve dağlarının yüksekliklerini hesapladı ve üç boyutlu Ay topografyasını verdi. Galilei, Ay'ın topografyasının Yer'inkinden farklı olmadığına karar verdi. Bu nedenle, kuyrukluyıldızların paralaks ölçümleri gibi, Ay'ın teleskop gözlemleri de Yer ile gök bölgelerinin farklı olduğunu savunan geleneksel görüşe daha çok kuşku duyulmasına neden oldu. Bu kuşkular, Güneş'in teleskop gözlemleriyle daha da arttı. Güneş de mükemmel görünüşünü yitirmişti. Yüzeyinde kaybolan ve yeniden ortaya çıkan karanlık lekelerin Güneş diski üzerinde deviniyor olmaları, Güneş'in dönme ekseni çevresinde döndüğüne işaret ediyor ve Yer'in de kendi ekseni çevresinde döndüğü konusunda örnek oluşturuyordu.

Ancak en kötüsü bu değildi. Galilei, Jüpiter'e baktığında bu gezegenin yakınında 4 küçük ışık noktası keşfetti. Art arda gelen gecelerde yapılan gözlemler, bu ışık noktalarının göreli konumlarının sürekli olarak değiştiğini gösterdi. Bu etki ancak bu ışık noktalarının Jüpiter'in çevresinde sürekli ve hızla dönmeleriyle açıklanabilirdi. Bu 4 cisim, Jüpiter'in 4 büyük uydusuydu ve keşifleri 17. yüzyıl düşünce geleneği üzerinde büyük bir etki yapmıştı. "Evrende" olduğu gibi "gezegenlerde" de yeni dünyalar vardı. Daha önemlisi, bu yeni dünyalar ne Batlamyus ne de Kopernik evreninde düşünülebilmişti. Bu uydular, gezegenin çevresinde dolanıyor gibiydi ve davranışları, Kopernik evrenindeki Ay'ın Yer

çevresindeki devinimini andırıyordu. Bu nedenle, Jüpiter'in uydularının keşfi, Kopernik dizgesine yöneltilen karşı çıkışların gücünü azaltmıştı. Bu gözlemler sonucunda hem eski hem de yeni gökbilim, gezegenlerin güdücü etkisi altındaki uyduların varlığını onamak zorunda kaldı. Ek olarak ve belki de en etkili sonucu çıkaran gerçek şuydu ki, Jüpiter'in uyduları, Kopernikçi Güneş dizgesinin görsel bir modelini oluşturmuştu. Kopernik gökbilimi lehine artan savlar, tıpkı yeni gökcisimlerinin artışı gibi hızlı oluyordu.

Devrimin propaganda aracı: teleskop

Kopernik, *De Revolutionibus* adlı yapıtının 1. kitabının 10. bölümünde, ayrıntılarıyla incelenebildiği zaman, Venüs'ün görüntüsünün Venüs'ün yörünge şekline ilişkin dolaysız bilgi sunacağına işaret eder. Çıplak gözle Venüs'ün evrelerinin ayrımında olmak oldukça zordur. Ancak teleskop, gezegenleri yeterince büyüterek onlara şekil verir ve bu şekiller, Venüs'ün Güneşmerkezli bir yörüngede devindiğinin en güçlü kanıtıdır. Galilei teleskopunun Kopernik evreni lehine sağladığı kanıtlar, güçlü olduğu denli tuhaftı. Venüs örneği dışında, yukarıda tartışılan gözlemlerin hiçbiri, Kopernik kuramının başlıca savunucusuna (Güneş'in merkezi konuma sahip olması veya gezegenlerin onun çevresinde dolanmaları fikrine) dolaysız kanıt oluşturamıyordu. Galilei'nin teleskopuyla keşfedilen yeni yıldızlar için yeterince geniş uzaya gereksinim doğdu. Bu uzayı hem Batlamyus hem de Tycho evreni sağlayabilirdi; her iki evren de, gökyüzüne, mükemmel olmayan düzeltmeleri yapar, gökcisimlerinin çevresine uydular yerleştirebilirdi. En azından Tycho dizgesi, Venüs'ün gözlenen evreleri ve uzaklığına ilişkin Kopernik evreni denli iyi açıklamalar verebilirdi. Bu açıdan bakıldığında, teleskop, Kopernik'in kavramsal şemasının geçerliliğini kanıtlamadı. Ancak aynı teleskop, savaş için son derece etkin bir silah oluşturmuştu. Kanıt değildi ama propagandaydı.

1609 yılından sonra, Batlamyus dizgesinin başlıca psikolojik kuvveti, tutuculuğuydu. Bu dizgeye sıkı sıkıya yapışanların yeni şeyler öğrenmesine gerek kalmayacaktı. Ancak, Batlamyus dizgesinin teleskop gözlem sonuçlarına uygun olacak biçimde yeniden gözden geçirilmesi gerekirse, tutuculuğundan kaynaklanan çekiciliği de yitirilmiş olacaktı. Kopernikçi gökbilimi benimsemek ne denli kolay idiyse, kendisine gözlemlerle yeni bir biçim kazandırmış olan Batlamyus evrenine bağlı kalmak da o denli kolaydı. Ancak birçok gökbilimci gözlemleri ciddiye aldı ve Kopernikçi evrenbilime tam bir dönüş yaptı. Bu yeni "dönekler"i Kopernikçi evrenbilimine kazandıran diğer bir nokta şuydu: Kopernikçiler ya da başka bir deyişle, kökten değişik bir evreni savunan bu gökbilimciler, teleskopun sergilediği türden bir evrenin varlığını, bunun yanı sıra, Venüs'ün evreleri gibi bir ayrıntıyı tam bir doğrulukla öngörmüşlerdi. Daha önemlisi, çok açık bir biçimde olmasa da, evrenin hiç de sanıldığı gibi kusursuz olmadığını ve gökyüzünün sanıldığından daha kalabalık olduğunu öngörmüşlerdi. Kopernikçilerin evrene bakışı, teleskopun ortaya sergilediği evrene koşut düşmüştü.

Gökbilimde öncü düşüncelere sahip olanlar için teleskopun sunduğu kanıtlar belki fazladandı. Çünkü teleskopun vakit geçirmeksizin etkilediği kişiler bunlar

değildi. Kepler yasaları ve *Rudolphine Tables* bu gökbilimciler için daha yavaş da olsa aynı etkiyi yapmıştı. Teleskopun ilk özgün rolü, Kopernikçi dünya görüşüne matematiksel olmayan bir araçla ve hemen sızmayı sağlamasında yatıyordu. 1609 yılından sonra, gökbilim konusunda hiç bilgisi olmayan kişiler, teleskoptan evrene daha değişik bir gözle bakma ve evrenin, o dönemin sağduyusunun saf tanımından farklı olduğunu gözleme olanağı buldular. 17. yüzyılda teleskop yaygın bir oyuncak olmuştu. Daha önceleri gökbilime ya da bilimin herhangi bir alanına ilgi göstermeyen kişiler ya ödünç ya da satın aldıkları teleskoplarla, gökyüzünü büyük bir ilgi ile taradılar. Amatör gözlemci, herkesin bildiği bir görüntü durumuna gelmişti; hem kıskanılıyor hem de karikatürize ediliyordu. Ancak, onunla birlikte yeni bir yazın türü de ortaya çıkmıştı. Hem popüler bilim hem de bilimkurgu yazınının başlangıcı, 17. yüzyılda aranmalıdır. Galilei'nin en önemli gökbilim çalışması buydu: Teleskop, gökbilimi yaygınlaştırmıştı; yaygınlaştırdığı da Kopernik gökbilimiydi.

Batlamyus gökbiliminin gerileme dönemi

Ne Kepler'in eliptik yörüngeleri ne de Galilei'nin teleskopu, Kopernik evrenine karşı açılan muhalefeti derhal yerle bir edebildi. Tam tersine, en sert ve en acımasız örgütlü muhalefet, Kepler ve Galilei en büyük gökbilim bulgularını yaptıktan sonra başlamıştır. Hem Kepler'in çalışmaları hem de 65 yıl önce Kopernik'in çalışmaları, yalnızca yetkin gökbilimciler tarafından anlaşılabiliyordu. Kepler'in yörünge hesaplamalarının çok büyük doğruluğa sahip olduğu bilinmesine karşın, çoğu gökbilimci eliptik yörüngeleri ve gezegen hızlarının saptanmasında kullanılan yöntemi çok tuhaf ve onanamaz bulmuştu. Avrupa'nın önde gelen gökbilimcileri, Kepler'in hesaplamalarındaki doğruluğun daha az köktenci bir dizgeyle de elde edilebileceğine inanıyordu ve bu çalışmalarını 17. yüzyılın ortalarına dek sürdürdüler. Biri, gezegen çemberlerini (epicycle) hortlatmayı denedi; başkaları gezegen yörüngeleri için başka geometrik şekiller önerdi. Bu çabaların hiçbiri başarıya ulaşamadı ve zaman ilerledikçe karşı çabaların sayısı da azaldı. Ancak, Kepler yasalarının gezegen devinimlerinin hesaplanmasında evrensel yasalar olarak kullanılmaya başlanması, 17. yüzyılın son yıllarında olmuştur.

Galilei'nin gözlemlerine gelen ilk tepkiler daha da büyüktü. Teleskopla birlikte Kopernikçi dünya görüşü yalnızca dar bir gökbilimciler grubunun düşünsel hoşnut alanı olmaktan çıkmıştı. Bu nedenle yarattığı tedirginlik ve bazılarına göre de tehlike, daha büyük boyutlara çıkmıştı. Teleskop gözlemleri birkaç yıl sonra, Kopernikçi dünya görüşüne karşı resmi Katolik karşıtlığın saldırıya geçmesi için gerekli dürtüyü vermişti. Teleskop bulguları, tehlikeye giren evrenbilim konularını sayfalar dolusu matematikten daha çabuk ve daha açık biçimde sergilemişti.

Karşıt görüşler değişik biçimlerde gelişti. Galilei'nin en uç karşıtları, teleskopla gözlem yapmaya bile yanaşmadı. Bunlar, "Eğer insan bilgi toplama sürecinde böylesi bir aygıta gereksinim duyacak olsaydı, Tanrının ona teleskop benzeri gözler vereceği" tezini savunuyordu. Bazıları da istekli ve meraklı bir biçimde gözlemlere katılıyor, ancak yeni olayların gökyüzünden değil te-

leskopun kendisinden kaynaklandığını ileri sürüyorlardı. Galilei karşıtlarının çoğu daha akıllı davranıyordu. Bellarmine gibileri, olayların gökyüzüne ilişkin olduğunu onamakta yanılgıya düşmüyorlardı; ancak bu gözlemlerin Galilei'nin savlarını kanıtlamadığını ileri sürüyorlardı. Bunda da oldukça haklıydılar. Teleskop birçok yeniliği gündeme getiriyor, ancak hiçbir şey kanıtlamıyordu.

Teleskop gözlem sonuçlarına yöneltilen sürekli karşıtlık, 17. yüzyılda Kopernik evrenine karşı derinden ve uzun süreli duyulan karşıtlığın benzeriydi. Her iki karşıtlık da aynı kaynaktan türemişti: Bu, yüzyıllar boyunca günlük maddi ve ruhsal yaşantının temelini oluşturan, evrenbilim öğretisinin yıkılmasına karşı gösterilen bilinçaltı isteksizliğiydi! Kepler ve Galilei'den sonra kavramların yeniden yönelimi gündeme geldi. Bazı gökbilimciler için bu durum ekonomikti, ancak, ilgi alanı daha başka yerlerde, din, tinsel (moral) ve estetikte olanlar içinse, kavramsal uyumun yitirilmesi anlamına geliyordu. Bunlar, Kopernikçi dünya görüşüne saldırılarını uzun süre sürdürdüler. *İncil*'i hiçbir ödün vermeksizin yorumlayanlar, Yer'in deviniminin saçma olduğunu savunan görüşlerini 18. yüzyılın ilk 10 yılına değin taşıdılar. Amerikan Lutherci Öğretmenler Derneği'nin Başkanı, 1873 yılı gibi günümüze çok yakın bir tarihe dek, *İncil*'deki evrenbilimden sapan Kopernik, Newton ve daha birçok gökbilimciyi kınayan yazılar yayımladı. Bugün bile bazı gazetelerde Yer'in ayrıcalıklı konumu ve devinimsizliği konusunda yazılar çıkmaktadır. Eski kavramsal şemalar asla yok olmamaktadır!

Ancak eski kavramsal şemalar zamanla sönüyor ve Yer'in özgünlüğü ve devinimsiz olduğu fikri yavaş yavaş ortadan kalkarak, Kepler ve Galilei zamanının etkin muhalefeti olarak tarihe geçiyor. Galilei'nin 1642 yılında ölümünü izleyen 150 yıllık dönem içinde, Yermerkezli evren, aklı başında olmanın bir işareti olmaktan çıkıp önce katı bir tutuculuğa, daha sonra aşırı dar bir görüşe ve en sonunda da tam bir fanatizme dönüştü. 17. yüzyılın sonlarında ise olanaksızdı. Temel düzeydeki gökbilim, bu değişime daha yavaş yanıt veriyordu. Ancak 17. yüzyılın son 10 yılına girildiğinde, birçok önde gelen Protestan üniversitesinde Kopernik, Batlamyus ve Tycho evrenbilimi aynı anda okutuluyordu. 18. yüzyıla girildiğinde, Batlamyus ve Tycho evrenine ilişkin dersler giderek bırakıldı. Kopernik öğretisinin utkusu yavaş yavaş gelmişti. Bu geliş oranı, kişinin toplumsal konumu, mesleği ve dinsel inancına göre değişik oluyordu.

Bununla birlikte, Galilei'nin ölümünden 150 yıl sonra özümsenmeye başlayan Kopernik evreni, Kopernik veya Galilei ve Kepler evreni değildi. Bu evrenin yeni yapısı gökbilim kanıtlarından da türetilmemişti. Kopernik ve onun izleyicileri, Aristoteles evrenbiliminden ilk ciddi kopmaları başaran kişilerdi. Bu kopmayla birlikte yeni evreni de oluşturmaya başlamışlardı. Ancak ilk Kopernikçiler, çalışmalarının, onları tam olarak nereye götürdüğünü göremiyorlardı. 17. yüzyılda gelişen diğer bilimsel ve evrenbilimsel akımlar, bu bilimadamlarının düşüncelerini yönlendiren evrenbilim çerçevesini düzenleyip tamamlıyordu. Kopernik Devrimi, yalnızca gökbilim düşüncesindeki devrim olarak ele alındığında, öykü burada sona ermektedir.

KOPERNİK DEVRİMİNİN TAMAMLANIŞI: YENİ BİR EVREN MODELİ DOĞUYOR

Kepler ve Galilei, Yer'in devinen bir gezegen olduğuna ilişkin etkileyici kanıtlar topladılar. Ancak, eliptik yörünge kavramı, teleskopla toplanan yeni veriler, yalnızca, Yer'in gezegen olduğuna ilişkin gökbilimsel kanıtlardı. Bunlar, Yer'in gezegen olmadığını savunan gökbilim dışı savlara yanıt getiriyordu. Ve yanıtsız kaldığı sürece bu savların her biri (fiziksel, evrenbilimsel veya dinsel) teknik gökbilim kavramlarıyla diğer bilim dalları ve felsefede kullanılan kavramlar arasında uyuşmazlık olduğuna işaret ediyordu. Gökbilimdeki yeniliklerden kuşku duymak zorlaştıkça diğer düşünce alanlarında da uyarlama yapma gereksinimi kendisini daha kuvvetli bir biçimde hissettirmeye başlamıştı. Bu ayarlamalar yapılmadıkça Kopernik Devrimi tamamlanmış sayılmazdı.

Yeni bir fizik ve evrenbilim ihtiyacı

Bilimsel düşünce alanında ortaya çıkan büyük çalkantıların çoğu, benzer kavramsal uyuşmazlıklar üretir. Bugün, Planck, Einstein ve Bohr'un başlattığı bilimsel devrimin ileri aşamalarında bulunuyoruz. Bu bilimadamlarının çağdaş bilimsel devrime sunduğu yeni kavramlar, Kopernik'in gezegen Yer kavramlarıyla tarihsel olarak koşuttur. Bohr'un atom, Einstein'ın sonlu fakat sınırsız uzay kavramları, tek bir bilimsel alan özelinde, acilen çözülmesi gereken sorunların çözülmesi için sunulmuştur. Bu kavramların, diğer bilim alanlarındaki temel kavramlarla sağduyu ve fiziksel önseziyle açıkça çelişiyor olmasına karşın, bazı biliminsanları tarafından derhal onanmasının nedeni, o özgün alanda bu kavramlara duyulan dev boyutlardaki gereksinmedir. Uzmanlar tarafından bir süredir kullanılıyor olmalarına karşın, bu kavramlar, çoğu biliminsanı tarafından hâlâ inanılmaz olarak görülmektedir.

Ancak sürekli kullanılırsa, bu tuhaf kavramlar akla yatkın duruma gelirler ve bir kez akla yatkın olunca da daha geniş bilimsel işlev kazanırlar. Bu aşamaya gelinince, bu kavramlar, bilinenleri ekonomik olarak tanımlayan çelişkili ve yanlı (adhoc) aygıtlar olmaktan çıkıp, doğayı araştıran, açıklayan temel aygıtlara dönüşürler. Yine bu aşamada, yeni kavramlar yalnızca özgün bir bilim dalının malı olmaktan çıkarlar. Doğa, değişik alanlardaki görüntüsü birbirleriyle uyuşmayan bir özellik sergileyemez. Eğer fizikçinin elektronu, aradaki uzayı geçmeden bir yörüngeden diğerine sıçrayabiliyorsa, kimyacının elektronu da aynı özelliği sergilemelidir; filozofun madde ve uzay kavramları da yeniden gözden geçirilmelidir. Özgün bir bilim dalındaki her temel yenilik, ona en yakın bilim dalına sıçrayacak ve daha yavaş da olsa filozofun, eğitim görmüş sıradan bir kişinin dünyasına da girecektir.

Kopernik yenilikleri için de aynı şeyler geçerlidir. 17. yüzyılın ilk on yılında bunlar, gökbilimdeki yeniliklerdi. Gökbilim dışında ise aklı karıştıran bir dizi sorunun doğmasına neden olmuştu. Ağır cisimler niçin daima Yer'e doğru düşüyorlardı? Yıldızlar ne denli uzaktaydılar ve evrenin yapısındaki rolleri neydi? Kopernik gökbilimi bu sorulara verilen geleneksel yanıtları ortadan kaldırdı. Ancak yerine yenilerini koyamadı. Gökbilimin birleşik düşünce do-

kusundaki yerini yeniden alabilmesi için, yeni bir fizik ve evrenbilime gereksinim duyuluyordu.

17. yüzyıl sona ermeden önce yeni bilim ve evrenbilim yaratılmıştı. Yaratılan bu yeniliklerin mimarı Kopernikçi azınlıklardı. Örneğin Newton evreni, Kopernikçi dünya görüşünün verimli duruma getirdiği düşünsel ortamda doğmuştur. Kopernik Devriminin gökbilimdeki doruk noktası olan Kepler yasalarının tersine, Newton evreni, Kopernik yeniliklerinin bir ürünü olmaktan öte bir durumdur.

Aristoteles evreni sonlu bir evrendi. Madde ve uzay, yıldızları taşıyan kürede aynı anda sona eriyordu. Çok erken dönemlerinde, Kopernikçi dünya görüşü bu geleneği korumuştu. Kopernik, Kepler ve Galilei evrenbilimlerinde Güneş'in merkezi, sonlu yıldız küresinin merkeziyle çakışıktı; sunulan tek yenilik, Yer ile Güneş'in konum ve rol değiştirmesi biçimindeydi. Merkezdeki Güneş, Yeni Platoncu dünya görüşünde Tanrının simgesiydi. Bu yeni iki küre evreni, geleneksel gökbilime yapılan doğal bir düzeltmeydi. Bu tür bir evren resminin karşı kanıtı bulunmadığından, geçerliliğini 19. yüzyıla değin sürdürdü. Ancak, bu dönemin gelişmiş teleskopları, değişik yıldızların, Güneş'ten değişik uzaklıklarda bulunduğunu göstermeye başlamıştı.

İki küre evreninin rolü, Aristotelesçi ve Kopernikçi dünya görüşlerinde farklıydı. Aristoteles biliminde yıldız küresine gereksinim vardı: yıldızların günlük çembersel devinimlerini, gezegen ve Yer'deki cisimlerin devinimlerini yapabilmeleri için bu kürenin sağladığı momentuma gereksinim vardı. Ek olarak, dıştaki küre, uzayın mutlak merkezi olarak tanımlanmıştı; tüm ağır cisimler, bu merkeze doğru deviniyorlardı. Kopernik evreni, yıldız küresinin bu işlevlerini ve diğerlerini elinden alıyordu. Yeryüzündeki devinimlerin hiçbiri, uzaydaki mutlak bir merkeze gereksinim duymuyordu. Havaya atılan taş, devinen Yer'e düşüyordu. Gök devinimlerini üretmek için, bir dış küreye de gereksinim yoktu. Bir küre yüzeyine yerleştirilmiş olsun olmasın, yıldızlar, devinimsiz görünüyordu. Kopernikçiler, yıldız küresini kullanıp kullanmama özgürlüğüne sahipti; kullandılar, çünkü onları gelenek yönlendiriyordu. Küreden vazgeçildiğinde, ne Kopernik fiziği ne de evrenbilimi etkilenecekti.

Bu nedenle Kopernikçi dünya görüşü, evrenbilim düşüncesine yeni bir özgürlük sunuyordu. Sonuçta, hem Kopernik hem de Kepler'i, eğer yaşamları sırasında geliştirilmiş olsaydı dehşete düşürecek olan yeni ve tartışmaya açık bir evren kavramı gelişti. Kopernik'in ölümünden yüz yıl sonra, kendisinin önerdiği iki küre evreni, yerini, yıldızları oraya buraya gelişigüzel saçılmış olan sonsuz evrene bırakmıştı. Bu yıldızların her biri birer Güneş'ti ve her birinin kendi gezegen dizgesi bulunmaktaydı. 1700 yılında, bir zamanlar üzgün ve ayrıcalıklı konuma sahip olan, daha sonra da Kopernik tarafından altı gezegenden biri olarak daha alçakgönüllü bir konuma indirilen Yer, kozmik tozdan biraz daha farklı bir gezegen oluyordu.

Kopernik öncesi evren kavramları

Bu Kopernikçi kavramın nasıl yerleştiği konusunda fazla bir şey bilmiyoruz, ancak kaynağı oldukça açıktır. En dıştaki yıldız gezegeninin işlevine son

veren Kopernik, daha önceleri ortaya atılmış olan evren kavramlarını yeniden canlandırdı. Bu tartışmalı kavramlar sırasıyla, skolastisizm, Yeni Platonculuk ve atomizm evren görüşleriyle ilişkiliydi. *De Revolutionibus*'tan önce bu evrenbilimlerin yapısı ve düşünceleri oldukça farklıydı ve hiçbiri gökbilimle ilgili değildi. Ancak Kopernik ile birlikte bu görüşler bilimsel nitelik kazandı ve yapısal olarak büyük benzerlikler gösterdikleri ortaya çıktı.

Kopernik öncesi dönemin en yaygın evren kavramı, İslam felsefecilerinin geliştirdiği sonsuz evren kavramıydı. İslam felsefecileri Aristoteles'in, "boşluğun mantıksal olarak olanaksız olduğu"nu savunan tezini onamamıştı. İslam felsefecilerinin evreni, özünde Aristoteles evrenine benziyordu. Yer, evrenin merkezindeydi. Yıldız küresi, yıldızları taşıyordu. Ancak, bu kürenin dışında madde ve uzay varlığını sürdürüyordu. Sonsuz bir evren önererek Tanrının gücünü kısıtlamayan bu görüş, 13. yüzyıldan sonra Avrupa'da göreceli olarak yaygınlık kazandı. Bu evrenin tanımı, Kopernik'in yaşamı sırasında okutulmakta olan birçok temel evrenbilim kitabında yer almıştı. Bu kavramı biliyor olması, belki de, Kopernik'in yıldız küresini sonsuza yakın bir konuma taşımasına neden olmuştu. Aslında yıldızların gözlenen paralaks yokluğu, sonsuz evren kavramına gereksinimi artırmıştı. Ancak, Kopernik öncesi dönemde, sonsuz evren kavramının ne gökbiliminde ne de diğer bilimlerde uygulaması vardı. Gökcisimlerini sonsuz uzayda, en dıştaki kürenin de ötesine yerleştirmek kolay değildi. Bu uzayın işlevi fiziksel ya da gökbilimsel değil, dinseldi.

Kopernik, yıldızları durgun duruma getirerek, sonsuz uzay kavramına işlev kazandırıyordu. *De Revolutionibus*'un yayımlanmasından sonraki dönemin nesli, bu düşünsel özgürlüğü kullanmaya başladı. 1576 yılında Kopernik yanlısı İngiliz gökbilimci Thomas Digges, sonsuz evren kavramını sundu. Digges'in evreninin merkezi, Kopernik evreninin merkezi ile denkti; ancak yıldızlar artık durgun yıldız küresinde değil, bu kürenin ötesindeki sonsuz uzaya saçılmışlardı. Galilei'nin teleskopu, daha önce çıplak gözle görülmeyen çok sayıdaki yıldızı gündeme getirince, uzayın sonsuzluğu, geleneksel gökbilim alışkanlığı olmayanlar için oldukça doğal bir kavrama dönüştü.

Sonsuz Kopernik evrenini tanımlayan ilk bilimadamı Digges'ti. Ancak Digges sonsuzluk kavramına, bilinçsiz olarak ortaya attığı bir paradoks ile vardı. Aynı paradoks, antik ve ortaçağda, sonsuz uzay kavramının yadsınmasında kullanılıyordu. Digges'in öteki Güneş'i, bir çelişki oluşturuyordu. Merkez, çevredeki bütün noktalardan eşit uzaklıkta bulunan noktaydı. Bu anlamda bakıldığında, sonsuz evrendeki Güneş, diğer yıldız ve gezegenlerden daha fazla "merkezde" değildi. Sonsuz evrende ya tüm noktalar merkezde bulunacak ya da hiçbiri merkezde bulunmayacaktı. Bu paradoks, Kopernik'ten 100 yıl önce yaşamış olan ünlü Platoncılardan Cusa'lı Nicholas tarafından ortaya atılmıştı. Nicholas, evrenin sonsuz bir küreden oluştuğuna inanıyordu; çünkü daha küçük bir küre, Tanrının çok yönlü yaratıcılık gücüyle tutarsızlık içinde olurdu. Bu nedenle, Cusa'lı Nicholas'ın evrenindeki tüm cisimler, ister durgun ister deviniyor olsun, aynı anda hem küre yüzeyinde, hem küre merkezinde, hem de içindeydi. Uzayın hiçbir köşesi bir diğerinden farklı olmayacağından, uzay-

daki tüm cisimlerin (Yer, gezegenler, yıldızlar) devinim durumunda olmaları ve aynı doğaya sahip olmaları gerekmekteydi.

Kopernikçi dünya görüşünün varlığı, Cusa'nın görüşünü ikinci bir evrenbilime dönüştürebilirdi. Cusa, görüşlerini *De Revolutionibus*'un yayımlanmasından yüzyıl önce geliştirmişti ve o dönemde evrenbilimin hiçbir bilimsel anlamı yoktu. Evrenbilimci rolündeki Cusa, bir mistikti. Sonsuz güçteki Tanrının anlaşılabilmesi için tüm görüntüleri, büyük bir coşkuyla yadsıyordu. Tüm paradoksların Tanrıda uzlaşma ve çözüm bulacağına inanıyordu. Ancak, Yeni Platoncu felsefe, sonsuz kavramı ve yaratmış olduğu paradokslarının hem görüntülerle hem de bilimle uyuşabileceğinde diretiyordu. Kopernik'in ölümünden sonra, bu tür diretmeler, İtalyan mistik Giordano Bruno'nun evrenbilim konusundaki yazılarında da yineleniyordu. Kopernikçi görüş, Bruno'nun evren görüşünde, sonsuzla görüntüler arasındaki uzlaşmayı sağlıyordu. Bruno'nun evrenbilime yaklaşımı bilimsel amaçlı değildi; Cusa'nınki de öyle! Ancak, Bruno'ya bu dürtüyü veren şey her ne idiyse, Bruno, doğru düşünüyordu. Güneş'in merkezde olması gerekmiyordu, aslında merkeze gereksinim yoktu. Kopernik'in Güneş dizgesi, sonsuz evrenin herhangi bir köşesine yerleştirilebilirdi; yeter ki Güneş, en yakın yıldızdan yeterince uzağa konuşlandırılsın ve paralaks yokluğu sağlanmış olsun...

Bruno, sonsuz ve merkezsiz evrenle görüntüleri uzlaştırmayı başarmıştı. Ancak bu, onun evren yapısının yalnızca bir parçasıydı. 1584 yılından başlamak üzere, Kopernik'in Güneş dizgesiyle, sonsuz uzayın diğer gökcisimleri arasındaki ilişki kurulmaya başlanmıştı. Bruno'ya göre Güneş, sonsuz uzaya saçılmış, sonsuz sayıdaki yıldızlardan biriydi. Diğer yıldızların da Güneş dizgesine benzer gezegen dizgeleri vardı. Bu görüşle birlikte yalnızca Yer değil, Güneş ve Güneş dizgesi de Tanrının sonsuz yaratıcı gücü karşısında önemsiz bir kozmik toz parçasına dönüşmüştü. Skolastiklerin derli toplu ve düzenli evreni, dev bir karmaşaya dönüşmüştü. Kopernik ile başlayan geleneksel gökbilimden ayrılma eğilimi, doruk noktasına ulaşmıştı.

Kökten bir değişiklik getirmiş olmasına karşın Kopernikçi dünya görüşünün bu son uzantısı, hemen hemen herhangi bir yenilik sunmadan başarılmıştı. Bruno'nun doğumundan iki binyıl önce yaşamış olan atomcu Leucippus ve Democritus, içinde devinmekte olan birçok Yer ve Güneş'i barındıran, sonsuz evreni düşünmüştü. Bu iki atomcunun öğretileri, antikçağda, Aristotelesçi görüşle boy ölçüşemedi. Ortaçağa gelindiğinde eserleri hemen hemen tamamen ortadan kalktı. Ancak, bu iki bilimadamının izleyicileri olan Epicurus ve Lucretius'un eserleri, o güne ulaşmıştı. Aydınlanma Çağı (Rönesans) hümanistleri kavramlarını, özellikle Lucretius'un *De Rerum Natura* adlı yapıtından türetmiştir. Bruno evrenindeki evrene ilişkin üçüncü kavram, bu öğretinin Kopernikçi evrene benzerliği sonucunda canlanmıştı.

Bu benzerlik aslında biraz şaşırtıcıydı; çünkü hem tarihsel hem de mantıksal olarak, atomcu ve Kopernikçi öğretiler, tamamen ayrı öğretiler olarak görülüyordu. Eski atomcular, evrenbilim öğretilerinin başlıca ilkelerini gözlemlerden değil, görünürdeki mantıksal paradoksların çözümünden çıkarıyorlardı. Sonlu boyutlara sahip cisimlerin varlığı ve devinimi, ancak, eğer gerçek dünyanın

sonsuz ve boş uzayda özgürce yüzen atom veya bölünmez korpüsküllerden (taneciklerden) oluştuğu onanırsa açıklanabilirdi. Devinimi açıklayabilmek için, boşluğa gereksinim duyuluyordu. Eğer boş uzay olmazsa, madde, içinde devineceği yer bulamazdı. Benzer şekilde, sonlu cisimlerin var olabilmesi için bölünmeyen temel parçacıklara gereksinim vardı. Eğer madde, sonsuza değin bölünebilecekse, o zaman temel parçacıklar hiçbir yer kaplamayan, yalnızca geometrik noktalardan oluşacaktı. Hiçbir oylumu dolduramayan bu parçacıklardan sonlu bir cisim oluşturmak olanak dışıydı. Toplama işlemini ne denli sık yinelersek yineleyelim, sıfır artı sıfır eşit sıfır olacaktı. Bu ilkeleri savunan atomcular, gerçek denen şeyin bölünmez atomlarla, boşluktan oluştuğunu ileri sürüyorlardı. Kopernikçi dünya görüşüne oldukça yabancı olan bu savlar, atomcu dünya görüşünün temelini oluşturuyordu. Ancak bu postulanın çarpıcı sonuçları vardı ki, Kopernikçi evrenbilime hiç de yabancı gelmiyordu. Örneğin atomcunun boşluğu sonsuza değin uzanmalıydı. Bu boşluk ancak madde ile sınırlanabilir ve maddenin çevresinde ancak boşluk bulunabilirdi. Madde ile uzay birlikte var olmadığı zaman, evreni sınırlama sürecinin sonu olmayacaktı. Atomcunun evreninde ne ayrıcalıklı bir konum ne de özgün cisimler bulunuyordu. Boşluğun kendisi nötrdü; her konum birbirinin aynıydı. Atomcu evrenbilimcinin sonsuz boşluğunu atomlar, gezegenler ve güneşler dolduruyordu. Yer-Gök ayrımını yapmak doğru değildi. Aynı türden madde, her yerde aynı yasalara uyacaktı.

Kopernikçi dünya görüşü de Yer'in özgün konumunu yıkmış, Yer-Gök ayrımını ortadan kaldırmış ve sonsuz bir evren önermişti. Atomcuların sonsuz boşluğu da Kopernikçi Güneş dizgesine doğal bir yuva sunuyordu. Bruno'nun gökbilime olan başlıca katkısı, eski ve çağdaş öğretiler arasındaki bu benzerliği ortaya çıkarıp geliştirmek yönünde olmuştur. Benzerliğin ortaya serilmesinden sonra atomcu görüş, sonlu Kopernik evrenini sonsuz evrene dönüştürerek 17. yüzyılın en etkin ve uzak görüşlü düşünsel akımı olduğunu kanıtlamıştır.

Korpüsküler evren

17. yüzyılın başlarında atomcu evren görüşü büyük bir canlanma yaşadı. Çünkü hem Kopernikçi dünya görüşüyle önemli benzerlikleri vardı hem de saygınlığı giderek azalan skolastik dünya görüşü yerine geçebilecek tek evrenbilimdi. Kopernikçi görüşle birleşen atomizm, bilimsel düş gücünü yönlendiren "yeni felsefe"nin temel ilkesini oluşturmuştu. Ünlü İngiliz ozanlarından John Donne'ın, "Yeni felsefe evreni yine atomik kırıntılarına ayırdı" biçimindeki serzenişi, önceleri birbirinden farklı olan bu iki düşünsel akımın birleştiğini gösteren belirtilerden biriydi. 1630 yılına gelindiğinde, fiziksel bilimlerdeki araştırmalarda baskın rolü olan kişilerin çalışmalarında, bu birleşmenin etkisi görülmeye başlamıştı. Bu bilimciler, Yer'in devinim içinde olduğuna inanıyor ve bu Kopernikçi görüşe karşı sunulan savları, eski atomcu görüşten türetilen "korpüsküler" (tanecikli) postulalarla yanıtlıyorlardı.

17. yüzyıl bilimini kökten değiştiren "korpüskülerci" akım, eski atomcu ilkeleri sık sık çiğniyordu, ama yine de atomcu bir görüştü. "Yeni filozoflar"dan bazıları temel parçacıkların ilkesel olarak bölünebileceğine inanıyorlardı. Ama

gerçekte bunlar ya çok ender olarak bölünebiliyor ya da hiç bölünemiyorlardı. Bazıları boşluğun varlığı konusunda kuşku duyuyor, onun yerine tüm boşluğu dolduran "ether" benzeri akışkanı yeğliyorlardı. En önemlisi de, bu bilge kişilerin hepsi, parçacıkların devinimi, etkileşimi ve kombinasyonunun Tanrının yaradılışta belirlediği yasalara uygun olarak gerçekleştiği konusunda birleşiyorlardı. Korpüskülerciler için bu yasaların bulunmuş olması, yeni bilim programının birinci sorununu oluşturuyordu. İkinci sorun ise, duyu organları aracılığıyla edinilen zengin deneyimin bu yasalarla açıklanabilmeleriydi.

Bu programı Kopernik evreninin sorunlarına düzenli bir biçimde uygulayan ilk kişi, Fransız filozof Rene Descartes (1596-1650) olmuştur. Descartes'ın sorduğu ilk soru şuydu: "Tek bir tanecik boşlukta nasıl devinir?" Daha sonra, "Bu özgür devinim ikinci bir tanecikle çarpıştıktan sonra nasıl bir değişikliğe uğrayacaktır?" sorusu geldi. Tanecikli evrendeki tüm değişikliklerin, özgür tanecik devinimi ve bu devinimleri kesikliliğe uğratan çarpışmalardan kaynaklandığına inanan Descartes, Kopernik evreninin tüm yapısının bunun gibi birkaç soruya verilecek yanıtla ortaya serilebileceğine inanıyordu. Tümdengelim (deduction) yöntemiyle varmış olduğu sonuçların çoğu önsezisel ve yanılgılı olmasına karşın, düşsel yeteneklerinin ussal yeteneklerine dayattığı evren, usa oldukça yatkındı. Descartes'ın görüşlerinin ayrıntıları ilk kez 1644 yılında *Principles of Philosophy* adlı yapıtında yayımlandı ve bu görüşler sonraki yüzyılın baskın görüşleri oldu.

Descartes'ın kendi sorduğu ilk soruya verdiği yanıt son derece başarılıydı. Ortaçağın momentum kuramını, atomcu evrenbilimin sonsuz ve nötr uzayındaki bir taneciğe uygulayarak, atıl devinim yasasının ilk açık ifadesini verdi. Bu yasaya göre, boşlukta, durgun durumdaki bir tanecik, durgun durumunu sürdürecek ve devinim durumundaki bir tanecik de diğer bir tanecik tarafından engellenmedikçe, doğrusal yörüngesini aynı hızla sürdürecektir. Parçacığın sabit hızı, özellikle Galilei'nin geliştirdiği momentum kuramının dolaysız sonucuydu. Ancak devinimin doğrusal niteliği bir yenilikti ve önemli sonuçları vardı. Bu sonuç atomcu görüşün 17. yüzyıl bilimine sunduğu verimli önerilerden biriydi. Atomcunun sonsuz uzayı, merkezi, "yukarı" veya "aşağı" gibi "doğal" yönleri olmayan bir uzaydı. Böylesi bir uzayda dış etkilerden bağımsız olan bir cisim ya duracak ya da bir doğru boyunca devinecektir. Kopernik, Galilei ve diğer ilk Kopernikçilerin, skolastik momentum kuramından ödünç aldıkları, "kendi kendine yeterli çembersel devinim", Descartes tarafından olası görünmüyordu. Descartes'tan sonra bu görüşler Kopernik evreninin oluşumunda önemli rol oynamamıştır.

Descartes, doğadaki tüm parçacık ya da parçacık topluluklarının sürekli olarak hız ve yönlerini değiştirdiğinin farkına varmıştı. Bu değişikliklerin, diğer cisimlerden kaynaklanan çekici ve itici kuvvetlerce olması gerekliliğine işaret etmiştir. Bu nedenle araştırılması gereken ikinci nokta, tanecik çarpışmalarıydı. Ancak Descartes bu konuda çok başarılı olamamıştır. Descartes'ı izleyen bilimciler, onun yedi çarpışma yasasından yalnızca birini kullandılar. Bu yasaların bırakılmış olmasına karşın, çarpışma süreci kavramı korunmuştur. Korpüskülerci görüş yeni bir sorun daha sunmuş ve bu sorunun çözümü,

Descartes'ın ölümünden 30 yıl sonra gelmiştir. Böylece, hem momentumun korunumu yasası hem de, dolaylı da olsa, kuvvet ile kuvvetin neden olduğu momentum değişikliği arasındaki ilişki doğmuştur. Her iki yasa da, Newton evrenine giden yolda gerekli ve önemli iki adımı oluşturuyordu.

Mekanik Güneş dizgesi

Birbirinden oldukça ayrı iki tarihsel gelişim, Kopernik'in sonlu, Güneşmerkezli evreninden, Kopernik evrenine gelişi belirlemiştir. Bunlardan biri, Kopernikçi dünya görüşüyle, korpüsküler felsefesinin yukarıda sözü edilen yakın benzerliğidir. Diğeri, Kopernikçilerin ortaya attığı ve en acil olarak çözülmesini istedikleri fiziksel sorundu: "Gezegenlere devinim kazandıran şey nedir?" Her iki gelişim de Kopernik'in ölümünden yarım yüzyıl sonra başladı. Her iki gelişimin ortak kaynağı, Kepler, Bruno ve diğerlerinin, Kopernik'in çalışmalarındaki Aristotelesçi öğelerle, gerçekten yeni olan öğeleri ayırmalarıyla yaratılmış olan yeni bilimsel bakış açısıdır. Bu iki gelişim yolu, Kopernik evrenine son biçimini veren Newton'da yeniden birleşmiştir.

Gezegen devinimlerinin fiziksel açıklaması 16. ve 17. yüzyılların yeni bir sorunu değildi. Ne Aristoteles ne Batlamyus ne de ortaçağ gökbilimcileri, gezegen devinimlerindeki küçük düzensizliklerin fiziksel nedenini tam olarak açıklayabiliyorlardı. Ancak, geleneksel bilim en azından tüm gezegenlerin tutulum düzlemi çevresinde sergiledikleri, doğuya doğru sürüklenmeyi açıklayabiliyordu. Gezegenler ve onları taşıyan küreler, kusursuz evren öğelerinden yapılmıştı ve bu öğelerin doğası, kendini, evrenin merkezi çevresinde sonsuza değin dönme biçiminde dışavuruyordu.

Kopernik gezegen devinimine ilişkin bu geleneksel açıklamayı korudu. Ancak, doğal gök devinimleri kavramı, Güneşmerkezli evrenden çok, Yermerkezli evrene daha çok uyuyordu. Kopernik'in ilk önerisindeki uyumsuzluklar uzun süre gizli kalamadı. Kopernik dizgesi, gezegenlerin doğuya doğru sürüklenmelerini açıklarken bile, Yer'deki her bir parçacığın iki ayrı merkez çevresinde doğal olarak dönmesi gerekliliğine dayanıyordu. Bu merkezlerden biri evrenin sabit merkezi, diğeri de Yer'in devinen merkezidir. Ay gibisinden herhangi bir uydunun her bir parçacığı da aynı anda en azından üç merkezin etkisi altında bulunacaktı: evrenin merkezi, uyduyu güden gezegenin merkezi ve uydunun kendi merkezi. Bu nedenle Kopernikçi görüş, kendi kendini yöneten çembersel devinimin usa yatkınlığını tehlikeye atıyordu. Dahası, çok sayıda merkezin varlığı ve devinimi, Kopernikçi devinimlerle uzayın doğal geometrisi arasında kalıcı bir ilişki kurulabilmesini olanaksız kılıyordu. Aristoteles fiziğinde tüm doğal devinimler, ya evrenin merkezine doğru ya merkezden dışarı doğru ya da merkez çevresindeydi. Yalnızca geometrik bir nokta olmasına karşın, Aristotelesçi merkez onanabilir bir nedensellik rolü üstlenmişti. Özgündü. Uzayın sınırlarıyla olan ilişkisiyle saptanmış ve tüm zamanlar için geçerliydi. Diğer yandan, Kopernik'in önerisi, bazı doğal devinimlerin devinen merkezlerce güdülmesini gerektiriyordu ve devinen merkezler yalnızca geometrik konumları nedeniyle nedensellik rolü üstlenemezdi.

16. yüzyılın sonlarıyla 17. yüzyılın başlarında, diğer yeni gökbilim öğretileri, birçok konuda yakınlaşarak gezegenlere ilişkin fiziksel sorulara ivedilik

kazandırdı. Kuyrukluyıldızlara ilişkin yeni gözlemler ve giderek yaygınlaşan Tycho dizgesi, yıldız küresi dışındaki tüm küreleri anlamsız olarak niteliyordu. Kürelerle birlikte, önceleri gezegenlerin çembersel devinimlerine açıklama getiren fiziksel süreç de ortadan kalkmıştı. Kürelerin ortadan kalkması bile klasik yaklaşımın etkisini kıramadı. 1632 yılında Galilei, *Dialogue on the Two Principal Systems of the World* adlı yapıtında, gök küreleri olmasa da, evrendeki tüm maddenin doğal ve düzenli olarak, sonsuza değin çembersel yörüngelerde dolanabileceğini göstermeye çalışıyordu. Galilei'nin bu eşi benzeri bulunmayan diyalektik yöntemi bile, Kopernikçi yaklaşımdaki zayıf yanı uzun süre gizlemeye yetmedi. Galilei'nin *Dialogue* adlı yapıtı, Kopernikçi dünya görüşünü yaygınlaştıran çok önemli bir yapıttır. Ancak Galilei'nin ölümünden sonra değişik yönlere saptı. Çünkü daha Galilei'nin *Dialogue*'u yayımlanmadan önce Kepler'in araştırmaları Kopernik evreninin fiziksel sorunlarına yeni bir boyut vermiş ve bunların çözümü için bir dizi yeni yöntem önermişti.

Taşıyıcı çember, gezegen çemberi ve eşmerkezli olmayan çemberler yumağının ortadan kalkmasıyla birlikte Kepler, gökcisimlerinin karmaşık görünüşlerini ilk kez fiziksel çözümlemeye açıyordu. Kopernik ve Galilei'nin gezegenlerin doğuya doğru sürüklenmeleri konusundaki açıklamaları usa yatkın da olsa artık yeterli görülmüyordu. Şimdi geometrik olarak basit ve kusursuz eliptik devinimlere açıklama getirmek gerekiyordu. Ancak, bu doğruluk ve basitliğin ağır bir faturası olacaktı. Klasik gökbilimin ortalama çembersel yörüngelerinin tersine, ikinci yasanın belirlediği eliptik yörüngeler, doğal devinimler olamazdı; çünkü herhangi bir merkeze göre bakışık değillerdi. Diğer yandan, Kepler'in yasalarına uyan bir gezegenin devinimi, yörüngesinin her noktasında hızını, yönünü ve yörünge eğriliğini değiştiriyordu. Bu değişiklikler, gökyüzüne bir kuvvetin sunulmasını gerektiriyordu. Bu kuvvet, gezegene sürekli itme veya çekme ile olabilirdi.

Diğer bir deyişle, Kopernik yenilikleri önce gezegen devinimlerine ilişkin geleneksel açıklamaları yıktı; daha sonra Kepler tarafından düzeltilmiş biçimiyle astrofiziğe kökten yeni yaklaşımlar önerdi. Bu köktenci yenilikler, özünde, Kopernik'in kullandığı, daha sonra Galilei'nin canlandırdığı yöntemin tersi, Yer ve gök yasalarının birleştirilmesiydi. Kopernik ve Galilei, gökyüzünde gözlenen çembersel devinimlerden, Yer'in tekdüze devinim yaptığı sonucuna vardılar. Kepler ise, Yer'deki devinimleri, şiddetli kuvvetlerin güttüğüne ilişkin eski kavramı, gök devinimlerine verimli bir biçimde uygulayarak, aynı tekdüze devinime varmıştır. Güneş'i Yeni Platoncu felsefe ışığında değerlendiren Kepler, Güneş ve gezegenlerden çıkan kuvvetlerin gezegen devinimleri için bir nedensel temel oluşturduğu düşüncesini sundu.

Kepler'in ilk Güneş kuvvetleri, daha önce sözü edilen *anima motrix*'di. Kepler bu kuvvetleri Güneş'ten çıkan, tutulum düzleminde bulunan ve Güneş'in sürekli dönmesiyle taşınan bir dizge olarak düşledi. Devinen kollar bir gezegenin yanından geçerken onu itiyor ve Güneş çevresinde sürekli bir çember yörüngede dolanmaya zorluyordu. Çembersel yörüngeyi eliptik yörüngeye dönüştürecek ikinci kuvvete gereksinim vardı. Çünkü eliptik yörüngenin değişik kısımlarında Güneş ile gezegen arasındaki uzaklık değişiyordu. Kepler,

ikinci kuvveti manyetizm olarak tanımladı. Manyetizmin özellikleri, İngiliz fizikçi William Gilbert'in 1600 yılında basılan, son derece etkili kitabı *On the Magnet*'de baştan sona araştırılmış ve kayıtlara geçirilmişti. Gilbert, Yer'in dev bir mıknatıs olduğunun farkına varmış, Kepler de bu düşünceyi Güneş dizgesinin tüm cisimlerine taşımıştı. Kepler yalnızca Yer'in değil, Güneş ve gezegenlerin de mıknatıs olduğunu, değişik kutuplar arasındaki itme ve çekme kuvvetlerinin gezegenlerin yörüngelerini belirlediğini söylemiştir.

Kepler sonrası dönemde, Kepler'in fiziksel kuramını çok az kişi kullandı. Kullandığı dinamik kavramların bazıları daha yazım aşamasında geçerliliğini yitirmiş kavramlardı; Güneş'in dönme dönemi, gezegenlerin gözlenen dolanma dönemlerini açıklayamayacak denli yavaştı. Bu nedenle, Kepler'in ölümünden sonra, 17. yüzyıl bilimsel yazınında ne *anima motrix*'le ne de mıknatıs Güneş'le sıkça karşılaşıyoruz. Ancak, Kepler'in Güneş dizgesini kendi kendine yeterli ve kendi kendini yöneten bir aygıt olarak tanımlayan kavramı, zamanla baskın duruma gelmiştir. Kopernikçi dünya görüşü 17. yüzyılda geliştiğinden, bu kavramın iki kat öneme sahip olduğu kanıtlandı.

Önce şunu belirlemeliyiz ki, Kepler'in fiziksel dizgesi, korpüsküler felsefeden tamamen bağımsız olmasına karşın, korpüsküler felsefenin en önemli sonuçlarını güçlendirmiştir. Kepler dizgesi özellikle sonsuz nötr uzay kavramına giden ikinci yolu oluşturuyordu. Kepler'in gezegen dizgesindeki bir gezegenin devinimi, ancak başka fiziksel bir cisimle (Güneş) ilişkisi kurulduğunda olasıydı. Güneş'in konumu ne olursa olsun, manyetizm ve *anima motrix* kavramlarının her ikisi de, işlevini eşit olarak yerine getirmişti. Kepler'in kendisi de, Güneş'i, sonlu yıldız küresinin merkezine yerleştirmişti. Aslında Kepler dizgesinin bir merkeze gereksinimi yoktu! Korpüsküler düşünce de, tamamen ayrı düşünce ve yollardan aynı sonuca ulaşıyordu. Yaklaşım biçimi ne olursa olsun, Kopernikçi dünya görüşünün en çarpıcı sonuçları birer birer sergileniyor ve uyumlu bir Kopernik evrenine doğru gidiliyordu.

Newton'un *Principia* dizgesindeki doruk noktalarından ilkini Kepler'in mekanik Güneş dizgesi oluşturur. Aradaki gelişmeler, tarihsel olarak son derece karmaşık olmasına karşın, kavramsal olarak, Kepler'den Newton'a geliş, göreceli olarak basittir. Kepler dizgesine yapılacak olan birkaç önemli düzeltmeyle, Newton'un dizgesine benzer bir dizgeye nitel olarak ulaşılabilir. Bu düzeltmelerin yapılabilmesi için, Descartes'ın atıl devinim kavramının astrofizikteki rolünü görmek gerekmektedir. Bu kavram, Kepler'in mekanik Güneş dizgesini, Newton öncesi gökbilimcilerin tasarladığı dizgeden ayıran temel kavramdır. İtalyan G. A. Borelli (1608-1679) ve İngiliz Robert Hooke (1635-1703) tarafından tasarlanan bu dizgeler bizi Newton dizgesinin nitel özellikleriyle tanıştırır.

Borelli'nin atıl devinim kavramı, Hooke'ın kavramına kıyasla daha az olgundu; bu nedenle, Borelli'nin gezegen kuramı, Kepler'inkine daha yakındır. Kepler'in tersine, Borelli, gezegenlerin durgun duruma gelmesini önlemek amacıyla bir kuvvete gereksinim duyan düşünceye karşı çıktı. Ancak, kendisi de, gezegenlerin Güneş'ten uzaklıklarına bağlı olarak değişik hızlar kazandıklarını açıklayabilmek için, *anima motrix* türü bir şeye gereksinim duydu. Bunun dışında, Kepler (ve Aristoteles) ile olan bağını kopardı. Borelli, özellikle, bir gezege-

nin *anima motrix*'in verdiği itme kuvvetiyle kapalı bir yörüngede kalamayacağının farkına vardı. Gezegenleri yarıçap doğrultusu boyunca Güneş'e doğru çeken bir başka kuvvetin yokluğunda, her ikisinin de, yörüngelerine teğet doğrular boyunca devinerek, Güneş dizgesinden tamamen ayrılacağını savundu. Kararlı yörüngeler oluşturmak amacıyla Borelli, ikinci bir kuvvet kavramı geliştirdi. Bu kuvvet, yörüngesinden ayrılmak isteyen gezegeni Güneş'e doğru çekecek olan kuvvetti. Borelli, kendi modelinde bu kuvveti mıknatıslarla temsil etti. Kuvvet yerine, tüm gezegenlerin, merkezdeki Güneş'e doğru düşme eğilimlerini kullanarak, Aristotelesçi kavramların kalıcı gücünü sergilemiş oluyordu.

Borelli'nin Güneş dizgesi kavramı, 1666 yılında yayımlanan bir kitapta ayrıntılarıyla açıklandı. Aynı yıl Robert Hooke, en sonunda gökteki ve yerdeki devinimler arasındaki koşutluğu göstermeyi başardı. Descartes tarafından derinden etkilenen Hooke, atıl devinimin tam bir tanımını ve Yer'deki yasalarla gökteki yasaların denkliğini vererek başladı. Sonuçta hem *anima motrix* hem de gökcisimlerinin devinimlerinin doğal eğilimi kavramlarını bıraktı. Hooke'a göre, devinen bir gezegen, uzaydaki tekdüze devinimini bir doğru boyunca sürdürmelidir. Ancak, devinimi bir doğru boyunca değil de, Güneş'in çevresinde kapalı bir yörünge olduğundan, kuvvetin yönüne ilişkin bir kanıt yanıltıcı olabilirdi. Güneş ile her bir gezegen arasında işlerlikte olan çekici bir ek kuvvet bulunmalıydı. Hooke'a göre böylesi bir kuvvet, gezegenin bir doğru boyunca olan atıl devinimini sürekli olarak Güneş'e doğru bükecekti. Kopernik yörüngelerinin gereksinimi olan kavram buydu. Hooke, bu kuvvetin genliği ile kuvvetin neden olduğu bükülmenin boyutları arasındaki ilişkiyi nasıl kuracağını bilemiyordu. Sürekli bükülmelerle bir elips nasıl yaratılabilirdi? Hipotezinin çalışacağını gösteremedi. Bu iş Newton'a kalmıştı.

Ancak, Hooke'ın düşünceleri, gezegenlerin fiziksel sorunlarının önce Kopernik, sonra korpüsküler düşünce ve daha sonra da bu iki öğretinin birleşmesiyle, verimli bir yöne doğru nasıl değiştiğini gösterir. Yer'deki uygulamalı mekanik deneyler, gökteki devinimlere ilişkin dolaysız bilgi sunarken, gökyüzüne ilişkin gözlemler de, Yer'de uygulaması derhal yapılabilecek bilgiler sunuyordu. *De Revolutionibus*'un istediği ve korpüsküler felsefesinin yerine getirdiği yer-gök ayrımının ortadan kaldırılması süreci sonunda tamamlanmıştı. Kristal küreler ve diğer özel gök aygıtları bırakıldı, yerine, Yer'de örnekleri bulunan süreçler kondu. Bu süreçler, Aristoteles'in kürelerinden daha iyi işlerlikteydi.

Çekim ve korpüsküler evren

Kopernikçi yeniliklerin acilen çözülmek üzere ortaya attığı sorunlardan biri de, yeni evrenin evriminde önemli bir rol oynadı: Ağır cisimler niçin devinen Yer'e doğru düşüyordu? Felsefeciler, bilimadamlarının bu tür sorular sormaması gerektiğine inanmış olmalarına karşın, bu sorular yine de soruluyordu ve 17. yüzyılda verimli yanıtlar alınmıştı. Bu sorunun yanıtını ilk kez Kopernikçiler geliştirdi: Ağır cisimler, maddenin tüm parçaları arasında işlerlikte olan doğal çekici bir kuvvetle Yer'e doğru çekilirler. Yüzyılın sonunda, bugün çekim kuvveti olarak bilinen bu çekici ilke, Yer'de ve gökteki birçok devinimin anlaşılmasında anahtar rol oynamıştır.

17. yüzyıl biliminde sıkça kullanılan çoğu kavram gibi, çekim kuvvetinin izleri de, antikçağa değin uzanır. Platon'dan önce yaşamış bazı bilginler, benzer maddelerin birbirini ya çekeceğine ya da iteceğine inanmışlardı. Ancak, manyetizm ve elektrik alan çalışmalarını saymazsak, bu çekici ve itici ilkenin somut örnekleri çok fazla değildi. Yer'in gezegen olduğu kavramı geliştikçe, çekici-itici ilke de güncellik kazandı. Aristoteles'in *On the Heavens* adlı kitabına yazdığı önsözde Oresme, uzayda birçok Yer benzeri gezegen olabileceğini ve bu durumda havaya atılan bir taşın, evrenin geometrik merkezi yerine, atıldığı yerde Yer'e düşeceğini söyledi.

De Revolutionibus'ta da Oresme'ninkine benzer bir gereksinim göze çarpıyor. Kopernik, "Bana öyle geliyor ki, çekim (burada çekim sözcüğü ağırlık anlamında kullanılmıştır) Tanrının, değişik parçaların bir araya gelerek, küresel bir biçim oluşması için, bu parçalara verdiği doğal bir eğilimdir" demiştir. Kepler de, Yer'in değişik parçaları arasında etkileşimi sağlayan çekici ilke düşüncesini geliştirmiştir. Daha da öteye giderek, aynı ilkenin Yer ile Ay arasında da işlerlikte olması gerekliliğine işaret etmiştir. Kepler, yalnızca Yer-Ay dizgesi dışındaki cisimleri düşünürken, özel bir gök kuvveti olan *anima motrix*'e gereksinim duymuştur. Kopernikçilerin çoğu, Descartes'ın ağırlığa ilişkin korpüsküler açıklamasının 1644 yılında yayımlanmasına değin, havaya atılan taşın yere düşüşü konusunda Kepler'in görüşünü benimsemişlerdi. Ya tıpkı manyetizm gibi, Yer'in taşı, taşın da Yer'i çekmesine neden olan doğal çekici bir kuvvet vardı, ya da taşların, Yer'in geometrik merkezine doğru devinme gibi doğal eğilimleri vardı.

Atıl devinim kavramının özümsenmesiyle birlikte, bu yeni Kopernikçi sorun ortaya atılmıştı. Önce Descartes, sonra Borelli, Hooke, Huygens ve Newton, Güneş çevresinde kapalı bir yörünge dolanabilmesi için, bir gezegenin, sürekli olarak Güneş'e doğru "düşmesi" ve böylece doğrusal atıl devinimini bir eğriye dönüştürmesi gerektiğinin farkına varmışlardı. Descartes'ın gezegenleri, korpüsküler etkiyle Güneş'e doğru itiliyordu; Borelli'nin gezegenleri ise, Güneş'e doğru devinmek gibi doğal bir eğilim taşıyordu; karşılıklı çekim ilkesiyle, Güneş'e doğru çekiliyorlardı.

Ancak Hooke ve yaklaşık olarak aynı zamanda Newton, son derece önemli sonuçları olan bir adım daha attılar. Belki de Descartes'ın fikrinden yola çıkarak, gezegenleri Güneş'e, Ay'ı da Yer'e doğru çeken kuvvetin, taş ve elmaların düşmesine neden olan aynı çekimsel kuvvet olduğunu önerdiler. Bu kavrama Hooke'un mu yoksa Newton'un mu daha önce vardığını belki de hiç bilemeyeceğiz. Ancak bu düşünceyi kamuya açıklayan ilk kişinin Hooke olduğunu biliyoruz. Hooke'un 1674 yılında yayımlanan bu görüşünü, Newton, nicel ve korpüsküler biçime sokmuştur.

Hooke'un yaptığı iki "varsayım" yeni evrenin iki temel postulasını oluşturuyordu: Atalet ve tek bir çekici kuvvet; hem gök devinimlerini hem de yerdeki devinimlerin yörüngesini bu ikili belirliyordu. Ancak, yeni evrenin tamamlanabilmesi için, iki sorunun daha çözülmesi gerekiyordu. Çekim kuvveti, birbirini çeken iki cisim arasındaki uzaklıkla nasıl değişiyordu? Ve bu çekim kuvveti hem Yer hem de gökcisimlerinin devinimlerini öngörmede nasıl kullanılabilirdi?

Hooke bu sorunların çözümü için çok büyük katkıda bulunamazdı. İyi bir matematikçi olmadığı için, Kepler'in gezegen yörüngeleri tanımından yola çıkarak, çekim yasasını elde edemedi. St. Paul Katedrali tepesine ve madenlerin en alt galerilerine taşıdığı aygıtlarla, yer yüzeyine yakın noktalardaki çekimsel değişimleri algılamaya çalıştı; ancak, kullandığı aygıtlar bu değişiklikleri algılayabilecek denli duyarlı değildi. Sevindiricidir ki, bu alanda çalışan tek bilimadamı Hooke değildi. Ne Hooke ne de onun çağdaşları, Isaac Newton'un (1642-1727) bağımsız olarak benzer bir kavrama ulaştığını biliyordu. Dahası eğer Newton'un kendi bulgusunun tarihine ilişkin aktardığı bilgiler güvenilir ise, kendisinin, çekim kavramını Hooke'dan sekiz yıl önce geliştirdiğini öğreniyoruz.

1666 yılında Newton, çalışmalarını yine bu soruna yoğunlaştırdığında, kararlı bir çembersel yörüngede kalabilmesi için, bir gezegenin Güneş'e ve Ay'ın da Yer'e doğru hangi oranda düşmesi gerektiğini matematiksel olarak çözdü. Bu matematiksel düşme oranının gezegenin hızı ve çembersel yörüngesinin yarıçapı ile nasıl değiştiğini de keşfettikten sonra Newton, son derece önemli iki fiziksel sonuç çıkardı. Eğer gezegenlerin hızları ve yörünge yarıçapları arasındaki ilişki, Kepler'in üçüncü yasasıyla veriliyorsa, Newton, gezegenleri Güneş'e çeken kuvvetin, gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının karesiyle ters orantılı olarak azalacağını buldu. Güneş'ten iki kez daha uzakta bulunan bir gezegenin çembersel yörüngesinde kalabilmesi için, çekim kuvvetinin yalnızca dörtte birine gereksinimi vardı. Newton'un ikinci keşfi de, en az birinci denli uzak görüşlüydü. Güneş'le gezegenler arasındaki çekimi belirleyen ters kare yasası, Yer'e doğru düşen uzaktaki Ay ile yakından düşen taş arasındaki düşme oranı ayrımını da açıklayabilirdi. 13 yıl sonra Newton sonuçlarını daha da genelleştirdi ve ters kare yasasının hem Kepler'in birinci yasasıyla belirlenen eliptik yörüngelerini hem de ikinci yasada tanımlanan hız değişiklerini açıklayabildiğini gösterdi.

Bu matematiksel sonuçların bilim tarihinde eşi benzeri yoktur. Bu sonuçlar, Kopernik evreninin sunduğu yeni bakış açısından fışkıran tüm diğer başarıların çok çok ötesine geçmiştir. Newton'un ters kare yasasından ve bu yasanın devinimle ilişkisini kuran matematiksel yöntemlerden, gök ve yer cisimlerinin yörüngelerinin şekli ve bu yörüngelerde devinen cisimlerin hızı ilk kez son derece yüksek bir doğrulukla saptanabiliyordu. 17. yüzyıl bilimi, bu başarılarla doruk noktasına ulaşıyordu. Ancak tuhaftır ki, bu doruk noktası, Kopernik Devriminin henüz sonu değildi. Gücü ve başarmış olduklarına karşın ne Newton ne de çağdaşları, çekim kavramı ve işlevinden hoşnuttu. 1670'li yıllara gelindiğinde, korpüsküler felsefe, hemen hemen tüm ilerici araştırmaların metafizik ardalanını oluşturuyordu. Çekim kavramı, korpüsküler postulalarla iki önemli cephede çelişiyordu. Uzlaşmanın sağlanabilmesi için, yarım yüzyıl sürecek bir araştırma ve tartışma daha gerekiyordu. En sonunda ortaya çıkan yeni evrende hem korpüskülerci yeni düşünce hem de Newton'un çekim kavramı bir kez daha değişiyordu.

Newton, korpüsküler düşünceye bağlı bir bilimadamıydı. Çekim kavramının metafizik yetersizliğinin bilincindeydi. Astrofizik konusundaki erken ça-

lışmalarının sonuçlarını duyurmada gecikmiş olmasının nedeni, belki de bu bilinçti. Aslında Newton, *Principia*'yı, çekim yasasıyla korpüsküler felsefe arasında bulunan görünürdeki çelişkiyi çözmek için sonsuz büyük çaba harcadıktan sonra yayımladı. *Principia* 1685 yılında yayımlandı. Korpüsküler postulalarla Newton'un ilk dönemlerinde oluşturduğu çekim kuramı arasındaki ilk çelişki, 1666 hesaplamalarında ortaya çıkmıştır. Bu hesaplamalarda Newton, Yer'in, uzaktaki Ay ile yakındaki taşa uyguladığı çekim kuvvetini kıyaslamıştı. Newton'un sonucuna göre, Yer'in yüzeyi dışındaki birim kütleye uyguladığı çekim kuvveti, dıştaki kütleyle Yer'in merkezi arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişiyordu. Kavram basitti ve deneylerle uyuşuyordu. Dahası, tüm Güneş dizgesine kusursuz bir biçimde uygulanabiliyordu. Ancak korpüsküler değildi. Korpüskülerci yaklaşıma göre, Yer'in dışındaki bir taneciğe uyguladığı çekimi keşfedebilmek için, Yer'deki tüm parçacıkların dış parçacığa uyguladığı çekimlerin toplamını bulmak gerekirdi. Eğer dış parçacık, Yer'den yeterince uzaksa, toplama işlemi kolaydı. Bu durumda dış parçacığı Yer'deki tüm parçacıklardan eşit uzaklıkta varsaymak yanlış olmayacaktı. Yer'deki her parçacık, her nerede konuşlanmış olursa olsun, dış parçacığa yaklaşık olarak aynı kuvveti uygulayacaktı ve toplam kuvvet, Yer'in tüm taneciklerinin Yer'in merkezinde toplanmışçasına olacaktı. Bu nedenle, eğer tek tek parçacıklar arasındaki çekim, ters kare yasasıyla belirleniyorsa, birbirinden olabildiğince uzak gökcisimleri arasındaki çekim de aynı yasayla belirlenmelidir.

Ancak, dış tanecik Yer'in kabuğuna yakınsa, mikroskobik kuvvetlerin toplamı kolay olmamaktadır. Bu durumda ters kare yasasının uygulanması olası görünmemektedir. Yer'e yakın bir dış parçacığın, Yer'in yakın tarafındaki bir parçacığa olan uzaklığı, tam ters yöndeki taneciğin uzaklığından milyon kez daha yakın olacaktır. Bu nedenle, yakın tanecik, uzak olandan çok daha fazla kuvvet uygulayacaktır. Dış tanecik Yer'e yaklaştıkça etki eden toplam çekim kuvveti son derece hızla artacaktır. Bu durumda, örneğin, bir elma üzerine etki eden toplam kuvvetin hesaplanmasında, Yer'in merkezine olan uzaklık anlamını yitirecektir. Newton, bu uzaklığın anlamsız olmadığını göstermiştir. Newton, 1685 yılında, dış taneciğe olan uzaklık ne olursa olsun, Yer'in tüm taneciklerinin, sanki Yer'in merkezinde toplanmışçasına ele alınabileceğini göstermiştir. Çekim kuvvetini en sonunda tek tek parçacıklara taşıyabilen bu şaşırtıcı bulgu, *Principia*'nın yayımlanması için bir önkoşulu, bir girişi oluşturuyordu. En sonunda Kepler yasasının, Yer'i oluşturan temel tanecikler arasındaki doğal çekim cinsinden açıklaması verilebilmişti.

Ancak Newton, çekim kuvvetinin korpüsküler kavramından da hoşnut değildi. Gerçekten de bu yasa, 18. yüzyıla değin, çok az bilimadamını hoşnut ediyordu. Korpüsküler öğretiyi savunan 17. yüzyıl bilimadamlarının çoğu için çekim yasası, Aristotelesçi öğretinin, "devinim eğilimi" kavramını andırıyordu. Bu nedenle çoğunlukla yadsındı. Descartes dizgesinin erdemi, bu tür tüm "bulanık nitelikleri" tamamen dışlamasında yatar. Descartes'ın tanecikleri nötrdü; ağırlık çarpmanın bir sonucu olarak açıklandı; bu nedenle, doğal çekim ilkesi gibi kavramlar, ortaçağ biliminin aşağılanmış olan mistik "sempati" ve "güç" gibi kavramlarına dönüşü andırıyordu. Newton da bu görüşteydi. Çekim kuv-

vetine mekanik bir açıklama getirme çabasını yılmadan sürdürdü. Sonunda, bu işi başaramadığını da onadı. Ancak bu konuda başka birisinin başarılı olacağına olan güvenini sürdürdü. Çekim nedeninin "keşfedilemez" veya "anlaşılamaz" olmadığına inanıyordu. Çekimin, maddenin doğasından kaynaklanmadığını birçok kez yineledi. *Opticks* adlı yapıtının sonunda yer alan bilimsel açılımlarında, "Herhangi bir şeyin, ne olduğu belirsiz, özgün niteliğe sahip olduğunu söylemek, ona ilişkin hiçbir şey söylememek anlamına gelir" şeklinde açıklamada bulunmuştur.

Newton da Descartes gibi, "Felsefenin İlkeleri" adlı bir kitap yazmak istedi. Ancak çekimi açıklayamadığı için, konuyu "Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri" ile kısıtladı. Newton, yaşamının en büyük yapıtı olan *Principia*'yı tamamlanmamış olarak görüyordu. Bu yapıt, çekimin yalnızca matematiksel tanımını içeriyordu. Çekimi açıklamıyordu; ya da Newton öyle düşünüyordu. 20. yüzyıl bilimi, Newton'un kuşkularını haklı bulmasına karşın, Newton'un çağdaşlarından ve onu izleyenlerden bir kısmı, Newton kuramının özgün yanlarını korumayı arzuluyordu. Bu kişiler, Aristotelesçi evren görüşüne bir dönüş olduğu için, çekim düşüncesini ya toptan yadsıdılar ya da kavramı onayıp, Newton'un, çekimin maddenin doğal bir özelliği olduğunu gösterdiği konusunda direttiler.

Sonuçta ortaya çıkan şey, kısır bir çekişmeden başka bir şey değildi. Kartezyen fizik yerine Newton fiziğinin geçmesi İngiliz üniversitelerinde bile 40 yıllık bir sürede gerçekleşiyordu. 18. yüzyılın yetkin birkaç fizikçisi, çekime mekanik-korpüsküler bir açıklama bulma çabalarını sürdürdü. Ancak böylesi bir açıklama bulunamadı; bu arada *Principia*'nın gücü bilimadamlarına iyice sızmıştı. Olmazsa olmaz bir yapıt olmuştu. Bu nedenle çekim giderek onay kazandı ve Newton'un tüm yadsımalarına karşın, maddenin temel taneciklerinin doğal bir özelliği oldu.

Sonuçta, korpüsküler felsefe yeniden yazıldı ve kuvvetlerin araştırılmasına başlandı. *Principia*'nın başlarında Newton, "Birçok neden beni, doğa olaylarının hepsinin, belli kuvvetlere bağlı olduğu konusunda kuşku duymaya zorluyor. Bu kuvvetler, bir cismin parçacıklarını bu aşamaya değin bilinmeyen nedenlerle, ya birbirlerine doğru iterek onların düzenli şekillerde oluşmasını sağlıyor ya da birbirlerini iterek uzaklaşmalarına neden oluyor" diyor.

Opticks adlı kitabının sonlarına doğru da, "Bana öyle geliyor ki, bu parçacıklar yalnızca atıl kuvvetlerin etkisi altında değil, aynı zamanda çekim gibi etkin kuvvetlerin de etkisi altındadır. Bu etkin kuvvetler, kimyasal fermantasyon ve maddenin kohezyon gibi özelliklerini de belirler" şeklinde bir açıklama veriyor.

Bu ve benzeri açıklamalar, Newton'un görüşlerinin 18. ve 19. yüzyıl düşüncesinde ne denli büyük rol oynadığını gösterir. Newton'un 1727 yılında ölümünden sonra, çoğu bilimadamı ve eğitim görmüş kişiler, evreni, sonsuz boyutlara sahip nötr bir uzay ve içinde, devinimleri atalet gibi birkaç etkin yasa tarafından belirlenen sonsuz sayıda tanecik olarak düşünmeye başladılar. Bu postulalardan yola çıkan Newton, optiğin, yer ve gök mekaniğinin bilinen birçok olayını, eşi benzeri olmayan bir doğrulukla yeniden kanıtlamıştır. Denizlerin alçalma ve yükselmesi, düğüm noktalarının (equinox) presesyonu da Newton mekaniğiyle açıklanabilmiştir. Newton'dan sonra gelen bilimadamları,

Newton'un bıraktığı yerden başlayarak, ısı, elektrik, manyetizm, kohezyon ve hepsinden öte, kimyasal bileşim gibi olayları açıklayabilmek için ek kuvvet yasaları bulmaya çalıştılar. En sonunda, parçalarına ayrılan Aristoteles evreni yerine, daha anlaşılabilir ve uyumlu bir dünya görüşü geçti; böylece, insanın doğaya ilişkin kavramlarında yeni bir sayfa açılmış oldu.

Yeni bir düşünce dokusu

Newton'un korpüsküler dünya yapısı, 150 yıl önce Kopernik'in başlattığı kavramsal devinimi tamamlamıştır. Kopernikçi gökbilim yeniliklerinin ortaya attığı sorunlar yine bu yeni evren içersinde çözümlendi ve Kopernik gökbilimi ilk kez hem fiziksel hem de evrenbilimsel olarak uyumlu bir öğreti oldu. Yer ile evrenin diğer cisimleri arasındaki ilişki yeniden tanımlandı. Bu yeni kavramsal çerçevenin yayılması ve onay kazanmasından sonra, Kopernikçi görüş güvenilir bir öğreti durumuna geldi. Newton evreni, Kopernik'in gezegen dünyası için yalnızca bir çerçeve oluşturmakla kalmıyor, çok daha önemli bir işlevi yerine getiriyordu: Doğaya, Tanrıya ve insana yeni bir bakış açısıydı; bilimi sürekli zenginleştiren, hem dini hem de politik felsefeyi yeniden şekillendiren yeni bir bilimsel ve evrenbilimsel bakış açısıydı.

Aynı Newtoncu ilkeler, gökbilime yeni ve güçlü araştırma yöntemleri sundu. Örneğin, daha iyi yöntemlerle elde edilen gözlemsel veriler, gezegenlerin Kepler yasalarına tam olarak uymadığını sergiledi. Newton fiziği, gezegenlerin eliptik yörüngelerinden sapacağını öngördü ve bu sapmaların nedenlerini açıkladı. Newton'un çalışmaları, Kepler yasalarının uygulanabilmesi için, gezegen üzerine etki eden tek çekici kuvvetin yalnızca Güneş'ten kaynaklanması gerektiğini gösterdi. Ancak, bilindiği gibi gezegenler de birbirlerine yaklaştıklarında bu ek kuvvet, onların temel eliptik yörüngelerinden sapmalarına ve hızlarının değişmesine neden olur.

Öngörme yeteneği olan Newton yönteminin tersi, 19. yüzyılda, gökbilimin en büyük utkularından birine ulaşılmasını sağladı. 1846 yılında Fransa'da Leverrier ve İngiltere'de Adams, birbirlerinden bağımsız olarak, önceleri varlığı bilinmeyen bir gezegenin varlığı ve yörüngesi konusunda öngörüde bulundular. O zamanlar bilinen Uranüs gezegeninin yörüngesinde gözlenen düzensizliklerin, bilinmeyen bir gezegenden kaynaklandığına inanıyorlardı. Teleskop gökyüzüne çevrildiğinde bu yeni gezegen, yani Neptün bulunmuş oldu. Gezegen sönüktü, ancak Newton kuramının öngördüğü konumundan kuşkuya yer bırakmayacak bir biçimde, yalnızca 1 derece sapmış olarak görülüyordu.

Newtoncu görüşün gökbilimdeki verimi üzerine olan örnekler çoğaltılabilir. Newtoncu görüşün etkilediği tek bilim dalı gökbilim değildir. Newton'un çalışmaları 18. yüzyılda kimya deneyleri üzerinde büyük bir etki yaptı. Newton'u izleyen çoğu bilimadamı, çekimin dolayısıyla ağırlığın, maddenin doğal bir özelliği olduğuna inanmışlardı. Dolayısıyla Newton, ağırlığın bilim dünyasında yeni bir önem kazanmasına neden olmuştur. Ağırlık ilk kez madde niceliğinin bir ölçeği durumuna gelmişti. Denge, kimyada kullanılan temel kavramlardan biri durumuna geldi. Bir kimyasal tepkimeye ne denli madde girdiğini ve bu-

nun ne denlisinin evrim geçirdiğini yalnızca denge söyleyebilirdi. antikçağdan 18. yüzyıla değin kimyacılar, kimyasal tepkimeler sırasında madde niceliğinin korunduğuna inanıyorlardı; ancak "madde niceliğini" ölçecek güvenilir bir ölçekleri yoktu. Aristotelesçi düşüncede ve hatta kartezyen düşünce çağında genel olarak renk, doku veya sertlik gibi, maddenin ikinci dereceden önemli bir özelliğinin ölçeği olan ağırlık, kısmen Newtoncu görüşün bir yan ürünüdür. Bu yeni kavram, 18. yüzyılın son 10 yılı sırasında ve Fransız kimyacı Lavoisier'in öncülüğünde gelişen kimyasal düşünce devriminin en önemli kaynaklarından birini oluşturmuştur.

Yeni evren çevresinde gelişen kavramsal doku, bilimsel çevrelerin dışına da taşmıştı. 17. yüzyıl bilimadamları ve filozoflarının düşündüğü, sonsuz ve çok sayıda yaşam ve uygarlığı barındıran evrende, gökyüzündeki cennet ile yerkabuğu altındaki cehennem kavramları yalnızca birer mecaza dönüşmüş, bir zamanlar somut coğrafi öneme sahip simgelerin ölen yankıları olmaya başlamıştır. Saat benzeri bir yapıya sahip olan evrende Tanrı, sık sık saatçi olarak gösteriliyordu; atomik parçaları şekillendiren, onların devinim yasalarını belirleyen, onları çalıştıran ve kendi kendine yeterli bir dizge olmasını sağlayan bir varlıktı. Bu görüşün geliştirilmiş bir biçimi olan Deism, 17. yüzyılın sonlarıyla 18. yüzyılda yaygın olan düşüncenin önemli parçalarını oluşturuyordu. Bu görüş yaygınlaştıkça, mucizelere olan inanç azalmaya başladı. Çünkü mucize, mekanik yasaların bir an için dondurulması, Tanrı meleklerinin yer olaylarına dolaysız olarak karışmasıydı. 18. yüzyılın sonlarında, bilimadamı olsun olmasın birçok kişi, Tanrının varlığını bir gerçek olarak varsaymaya gerek olmadığını gördüler.

Yeni bilimin diğer yansımalarını 18. ve 19. yüzyılların politik felsefesinde de bulabiliriz. Birçok yazar, 17. yüzyılın mekanik olarak işleyen Güneş dizgesiyle, 18. yüzyılın düzgün ve kararlı bir biçimde idare edilen toplum kavramı arasındaki koşutluğa işaret etmiştir. 18. ve 19. yüzyılın baskın düşüncesinde birey, dizgeyi (toplumu) oluşturan bir atom olarak algılanıyordu. 18. yüzyılda, iyi bir toplumun karakteristik yanlarının, bireylerin doğal özelliklerince belirlenmesi çabaları, kısmen 17. yüzyılın korpüsküler felsefesinden etkilenmiştir.

Aristotelesçi evren Yermerkezli gökbilimde ne yaptıysa, Newtoncu evren de Kopernikci gökbilimde onu yapıyordu. Her ikisi de dünya görüşüydü ve gökbilimin hem diğer bilim dallarıyla hem de bilimsel olmayan düşünceyle ilişkisini kuruyordu. Her ikisi de kavramsal aygıttı; bilgiyi değerlendirme, örgütleme ve daha fazla bilgi edinme yoluydu. Her ikisi de, kendi çağının bilim ve felsefesine damgasını vurmuştu. Yer'in bir gezegen olduğu düşüncesi, eski dünya görüşünden kopmanın ilk işaretiydi. Yalnızca gökbilimde bir reformu amaçlamış olmasına karşın, yıkıcı sonuçları olmuştur. Yıkılan sonuçlar ancak yeni bir düşünce dokusu içinde değerlendirilebilirdi. Bu dokuyu Kopernik'in kendisi sağlamadı. Kopernik'in evren kavramı, Newton'unkinden çok Aristoteles'inkine daha yakındı. Ancak getirdiği yeniliklerden türetilen yeni sorunlar ve öneriler, yeni evrenin gelişimindeki dönemeç noktalarıydı. Bir gereksinimin yaratılması ve bu gereksinimin karşılanması için sağlanan yardım, tarihe olan katkıdır. Bu katkı Kopernik Devrimidir.

Ancak, devrimin tarihe olan katkısı, devrimin önemini azaltmaz. Bilginin sürekli olarak geliştiği çevrimsel bir süreci göstermesi açısından, Kopernik Devriminin çok büyük bir önemi vardır. Geçirdiğimiz son 250 yıl, Kopernik Devriminden yükselen evren kavramının, Aristoteles ve Batlamyus evren kavramından daha güçlü bir düşünsel aygıt olduğunu kanıtlamıştır. 17. yüzyıl bilimadamlarının geliştirdiği bilimsel evrenbilim ve onun temelini oluşturan uzay, kuvvet ve madde gibi kavramlar, hem gök hem de yer devinimlerini, antikçağdaki gökbilimcilerin düşlediği doğrulukta açıkladı. Ek olarak birçok yeni ve verimli araştırma programlarını yönlendirdi. Devrimin başarıları kalıcı oldu. Biliminsanları, Newtoncu kavramların ışık tuttuğu olayları açıklamaya çalıştı ve çalışacaklar; tıpkı Newton'un, Aristoteles ve Batlamyus'un ortaya attığı sorunları açıkladığı gibi! Bu süreç bilimin nasıl ilerlediğini gösterir: Her yeni kavramsal şema, önceki neslin açıklamaya çalıştığı olayları kucaklar ve ona yeni olaylar ekler.

Kopernik ve Newton'un başarılarının sürekli olmasına karşın, bu başarıları olası kılan kavramlar kalıcı olmayabilir. Yalnızca açıklanabilir olaylar listesi kabarır; açıklamalar için benzer bir birikimli süreç yoktur. Bilim ilerledikçe, kavramları sürekli olarak ortadan kalkar ve yerine yenileri geçer. Newton kavramlarının da bu konuda bir ayrıcalığı olmamıştır. Kendisinden önce Aristotelesçi görüşün başına geldiği gibi, Newtoncu görüş de (fizik alanında) yeni sorun ve araştırma yöntemlerinin gelişmesine neden oldu. Bu sorunlar ve yöntemlerin, onları üreten dünya görüşüyle uyuşması olanaksızdı.

Bugün, sürmekte olan yeni bir kavramsal devrimin içinde yaşıyoruz. Öyle bir devrim ki, sıradan bir vatandaşın olmasa bile, biliminsanlarının, uzay, madde, kuvvet, zaman ve evrenin yapısına ilişkin kavramları bir kez daha değişiyor. Dev niceliklerde birikmiş olan bilgilere ekonomik bir özet sunabildiğinden, Newtoncu kavramlar günümüzde de kullanılmaktadır. Ancak bu kavramlar daha çok, ekonomik oldukları için kullanılıyorlar. Belleğimiz için yardımcı ve yararlı oluyorlar; ancak, bilinmeyene doğru yaptığımız yolculukta güvenilir bir güdücü olma yeteneğini yitirdiler.

Bu nedenle, öncekilerden daha güçlü olmasına karşın, Newtoncu evren ne son duraktır ne de geçireceği evrim, Kopernik ve Newton'un yıktığı Yermerkezli evreninkinden ayrımlıdır. Kopernik Devrimi süregelmekte olan bir öykünün yalnızca uzun bir bölümüdür.

Ortaçağ'dan Nasıl Çıkıldı?
Bilimsel Devrimin öyküsü*

Eric J. Lerner

Platon-Augustine dünya görüşü tarihçesiz bir dünya görüşüdür. Evreni Tanrı yarattı; bu evren "mahşer gününe" dek varolacak. Yine Tanrı bu evrendeki insanları, iyi-kötü; yöneten-yönetilen, vb. çeşitlemeleriyle yarattı. Neden? Nedeni yok; Platon-Augustine dünya görüşünde **neden-sonuç** ilişkisi boşlandı. Olaylar "öylesine" oluyordu, çünkü Tanrı "öyle" olmasını istiyordu. Durum böyle sunulunca o toplumlarda bilimin kök salması olanaksızdı, çünkü **nedensellik ilkesi** anlamını yitirmişti!

Ancak MS 400-1900 döneminde kozmik sarkaç öyle bir salındı ki, "**Sonlu evren mi sonsuz evren mi?**" tartışmasından utkuyla çıkan görüş, sonsuz evreni savunan görüş oldu. 19. yüzyılın sonlarına doğru ortaçağın lordları ve serfleriyle birlikte **Batlamyus**'un evren modeli de ortadan kalktı. Gezegenlerin, dolandıkları kusursuz çember yörüngelerde bulunmasını sağlayan kristal küreler tuzla buz oldu. Ansızın yaratılan ve mahşer gününde yok olacak olan evren yerine, sonsuz, doğal süreçlerin süregeldiği, evrim geçiren bir evren modeli geçti. Bu evren gözlem ve deneylerle anlaşılabilen bir evrendi.

Bu dönemde biliminsanları nesnel dünyada süregelen fiziksel süreçlerin ayrıntılı bir tarihçesini oluşturdu. Bu çalışmaların sonucunda devasa bir teknoloji gelişti. Ancak, bilimsel bir bakış açısının gelişebilmesi için ortaçağ evren modelinin iki temel kavramının ortadan kaldırılması gerekiyordu: 1) Uzay ve zamanda sonlu ve çürüyen bir evren ve 2) Evrenin ancak dinsel veya bilimsel otoritelerce uygulanan salt usavurma yöntemiyle anlaşılabileceği inancı.

Kuşkusuz, bu öldürücü vuruşları eski toplumun bağrında gerçekleştirebilmek olanaksızdı. Bu devrim ancak tüccar, sanatkâr, fabrikatör ve özgür köylülerin

---

* Okuyacağınız metin, Eric J. Lerner'in *The Big Bang Never Happened* (Times Books, Random House, Inc, NY, 1991) adlı kitabının Prof. Dr. Rennan Pekünlü tarafından Türkçeye çevrilmiş bir bölümüdür.

toplumunda, diğer bir deyişle **özgür emek** üzerine kurulmuş olan bir toplumda gerçekleşebilirdi. Yeni düşünceler, otoriter gücün alaşağı edilmesi çabasında kullanılan güçlü politik silahlara dönüşmüştü. Bilimin utkusuyla özgür emeği savunan düzenin utkusu birbiriyle ilişkiliydi. İşte bu ilişki nedeniyle, evrenbilim görüşleri, **Rönesans** *ve* **Reformasyon** Dönemi'nde insanların yakılmasına, ev hapsine alınmasına, kısacası katliamlara neden olan görüşler oldu.

Bu dönemin ilk binyılı (MS 400-1400) evrene ilişkin yeni bilimsel görüşlerin geliştirilmesi yönünde harcanan, ancak başarısız kalan üç çabaya tanık oldu. Gerici güçler bu çabaları bastırmış, ancak her çabada ortaya çıkan yeni kavramların Bilimsel Devrime giden yolu döşemesini engelleyememiştir.

Antakyalı Severus ve nedenselliğin canlanışı

Bilimsel bir evren modeli oluşturulması yönünde atılan birinci adım bilim alanından değil, politika ve din öğretisi (teolojiden) alanından geldi. **Yer-Cennet** (**Cehennem**), **madde-ruh** gibisinden dinsel ikilik (düalizm) ve dolayısıyla **yöneten-yönetilen**, **köle-efendi** gibisinden ideolojik ve politik ikilik her şeyi denetim altında tutuyordu ve meydan okunmadığı sürece de doğanın incelenmesi, gözlem ve deneyler değersiz etkinlikler olarak nitelendiriliyordu. O dönemde Cennet -Yer ikiliğine karşı görüş ileri sürmek, köle-efendi, yöneten-yönetilen ikiliğine karşı çıkmak anlamına geliyordu. Ancak "meydan okuma" eninde sonunda Augustine döneminde başladı. Doğudaki kiliseler bir yandan Palagius'un politik ve tinsel savlarına sarılırken diğer yandan da kendileri benzer savlar geliştirdi. Roma İmparatorluğu'nun doğusunda hem yönetime karşı olan direnişler hem de özgür araştırma isteği, imparatorluğun batısındakilere kıyasla daha derin köklere sahipti. Doğudaki kiliseler giderek, "imparator yanlısı" ve "imparator karşıtı" olmak üzere yarılmaya başladı ve Augustine'den 100 yıl sonra, Justinian yönetiminde yarılma tamamlandı.

MS 527'de başlayan Justinian yönetimi Roma İmparatorluğu'nun gördüğü en barbar yönetimdi. İtalya'yı yeniden ele geçirme çabasına parasal olanaklar yaratma amacıyla vergi üstüne vergi almaya başladı. Diğer yandan da imparatorluğun başkenti olan Constantinopole'de ve diğer eyaletlerde kanlı ayaklanmalar kışkırttı. İmparatorluk sınırları içindeki yıkımların neden olduğu karmaşaya İtalya ve Kuzey Afrika'nın vahşice fethi de eklenince, 542 yılı salgın hastalıklar, sefalet ve tükenişin başlangıcı oldu.

İmparatorluğun doğusundaki başkaldırıların başını kilise fraksiyonlarından **Monophysite'ler** çekiyordu. Hareketin lideri **Antiochlu (Antakyalı) Severus** idi. O dönemde Kilise'yle devlet, din öğretisiyle (teoloji) politika bir ve aynı şeyler olduğundan Kilise'deki yarılmayı, görünürde dinsel bir sorun olan "Hz. İsa Tanrı mı insan mı?" sorusuna yanıt bulma çabaları tamamlıyordu. İmparator yanlısı Ortodoks **Diphysite'ler** İsa'nın ilahi ve insan doğasının ayrı ayrı olgular olduğunu savunurken, **Monophysite'ler** de İsa'nın ilahi ve insani yanlarını birleştirip bir tek olguda topluyorlardı. Bu saçma tartışmanın ardında yatan gerçek, imparatorluk politikasının ölüm-kalım savaşı verdiğini gösteriyordu. Diphysite'ler, " Nasıl ki İsa'nın insani yanı ilahi yanının güdümündeyse, imparatorluk sınırı içindeki kitleler de, Tanrının Yer'deki görüntüsü olan imparato-

run güdümünde olmalıdır" biçiminde bir sav geliştirmişlerdi. Monophysite'ler içinse insani ve ilahi yanların İsa'da bütünleşmiş olması, tüm insanların ilahi pastayı paylaştıkları düşüncesini simgeliyordu; bu, yönetimi de paylaşma hakkına sahip oldukları anlamına geliyordu. Bu sav, imparatorluk politikasını haklı gösteren dayanakları çökertiyordu.

Bilimin gelecekte yükselişe geçebilmesi için gerekli olan saldırıyı ilk kez Severus başlattı. Severus ruh ile bedenin ayrı olduğu düşüncesini reddetti. Tıpkı İsa'nın ilahi ve insani yanlarının bir tek olguda toplanmış olduğu gibi, insanın ruh ve bedeni de bir tek olguydu. Severus bu savını şöyle geliştirmişti: "Kendi evini yapan bir insanı düşünelim. Bu kişi evin planını çizer; evin konumunu, yapıda hangi malzemeleri kullanacağını kendi belirler. Sonra temel kazmaya başlar; çivi, çekiç, testereyle evin yapısını oluşturur; fırça, boya, badanayı da kendisi yapar. Bu aşamalarda kişi hem fiziksel hem de ussal iş yapmıştır. Ancak işlerin tümü o kişiden, onun özgür istencinden kaynaklanmıştır."

Severus'un bu betimlemesi bizlere son derece basit gelebilir. Ancak bu düşünceler o dönemin baskın ideolojisinin temellerini sarsacak bir saldırıydı. Kişinin kendi evini tasarlayıp kendisinin yapması kölelik veya serfliği değil, özgür emeği gerektiriyordu. İmparatorlukta evin nereye ve nasıl yapılacağına köle sahibi veya lord karar verir, köle, serf veya kiracı da işleri o doğrultuda yapardı. Eylem ve düşünce, yönetilenle yöneten arasında bölünüyordu. Severus'a göreyse, insan düşünce ve eylemi bütünleştiren bir varlıksa, kendi yaşamını tasarlayıp kendini yönetmeye de yetenekli olmalıydı. Bu durumda kuramı yüceltip gözlemin aşağılanması gibisinden bilimi kısırlaştıran tavra gerek yoktu. Bilmek ve yapmak tek bir eylemdi.

Nedenselliği canlandıran Severus bilimin canlanışının yollarını hazırladı. Bir olay bir başka olayı izler; insan ve doğa, ilahi müdahalelerin gerekmediği, tarihsel olaylar olarak anlaşılabilirdi. **Nedensellik** adı verilen bu temel kavram olmaksızın bilimin serpilip gelişmesi olanaksızdı.

Platon-Augustine dünya görüşünün tersine, Severus'un dünya görüşünde insanlar tarihsel süreçler olarak görülüyordu. Aile ortamı, aldıkları eğitim, katıldıkları eylemler ve aldıkları tinsel kararlar, her bir bireyi özgün bir birey yapan etmenlerdi. Kötülüklerin ortaya çıkışı, kişilerin toplum içindeki ilişkileri temelinde oluyordu. İnsan ve maddenin doğasında kötülük veya günahkârlık yoktu. Bu nedenle kötülüklerle savaşmanın yolu toplumu değiştirmekten geçiyordu. Böylece Severus'un dinsel öğretileri, Justinian İmparatorluğu'nun parçalanmasını isteyen kitlelerin savaş sloganına dönüşmüştü.

Kötülüklerin kaynağını toplumların tarihsel gelişimlerinde arayan görüş, insanlık tarihinin en yıkıcı (yöneten sınıflar açısından) ancak aynı zamanda en yapıcı (yönetilen sınıflar açısından) görüşlerinden biri olmuştur. Yönetici sınıflar, **neden-sonuç ilişkilerinin** insan toplumuna da uygulanabileceği görüşünü büyük bir çabayla 1500 yıl gibi uzunca bir süre bastırabilmeyi becermiştir. Eğer insan ilişkileri **nedensellik ilkesi** temelinde anlaşılabiliyorsa, evren de benzer bir yaklaşımla anlaşılabilirdi. Böylece ortaçağın melek, şeytan ve kaprisli ilahi gücünden oluşan evren modeli çöpe atılmış, yerine, bilimin gelişmesi için gerekli olan nedensellik ilkesi geçmiştir.

Bu yaklaşımıyla Severus, evrim geçiren bir evren görüşüyle bir kere ve tüm zamanlar için yaratılmış olan evren görüşü arasındaki tartışmayı canlandırdı. Evrim geçiren evrenle evrim geçiren toplum anlayışı canlılığını Severus zamanından günümüze dek korudu. Severus'un felsefi kavramları Yer ile gökyüzünü birleştiriyordu; evren, bir doğaüstü güç tarafından yaratılmış bir olgu olarak değil, gelişen, evrim geçiren tarihsel bir süreç olarak sunuluyordu.

John Philloponus

Ancak Severus'un bu kavramları politik ve felsefi kavramlar olarak kaldı. Severus'un çağdaşı ve Monophysite bir filozof olan **John Philloponus** ruh ve maddenin birliğini evrenbilim öğretisine uyguladı. İyonya Uygarlığının düşüncelerini canlandıran Philloponus, aynı düşüncelerin Yer ve Yerötesi ikilisine de uygulanabileceğini savundu. Yıldızlar ne ilahi ne de mükemmel varlıklar olarak alınmalıydı; yıldızlar yanmakta olan maddeden oluşuyorlardı. Yerötesi evrenin değişmediği görüşü doğru değildi. Yer'deki cisimler üzerine etki eden yasalar Yerötesi cisimler için de geçerliydi.

Kilise, Aristoteles ve Platon'un ezici otoritesine karşı savaşabilmek için Philloponus, İyonya Uygarlığının gözlem ve deney üzerine verdiği vurguyu ön plana çıkarmaya başladı. Yıldızların yanmakta olan madde oldukları savını kanıtlamak amacıyla yıldızların farklı renklere sahip oldukları gerçeğine sarıldı. Düalistler, **ether** maddesinin tüm evreni kapladığına, yıldızların da etherden oluştuklarına inanıyordu. Philloponus'a göre bu doğru değildi. Yer'deki deneylerimizden değişik materyallerin değişik renkler verdiğini biliyorduk. Kısacası, yıldızlar da tıpkı Yer'de olduğu gibi değişik materyallerden oluşmalıydı. Bu basit, ancak önemli gözlem aslında tayfbilimin temelini oluşturuyordu. Yüzyıllar sonra biliminsanları yıldızların hangi maddeden oluştuklarını tayfbilim yardımıyla öğrenme durumuna geldiler.

Tüm bu başarılarına karşın John Philloponus'un yaklaşımı da sınırlı kaldı. Gözlem ve deneylere sıkça gönderi yapmasına karşın bunları felsefi araştırmalarının birer aracı olarak kullanıyordu. Ne yazık ki John Philloponus, antikçağın sonlarında baskın evren görüşü olan "sonlu ve Yermerkezli evren" modelini sorgulamamıştır.

John Philloponus'un dünya görüşü ciddi sınırlar içeriyordu. Bu sınırlar olmasa da onun evren görüşü bilimin canlanışını sağlayamazdı, çünkü John Philloponus Akdeniz Uygarlığının çökme aşamasında yaşamış olan bir bilge kişiydi. O dönemde gelişmekte olan ticaret bilimsel araştırmaya gereksinim duyuyor ve onu destekliyordu. Ancak Bizans İmparatorluğu'nun yöreyi yeniden fethetme çabaları ve İran'la giriştiği sonuçsuz savaşlar bilimin gelişmesini engelledi. John Philloponus o dönem biliminin son pırıltısını simgeler. Bilimsel ilerleme yönünde bir sonraki adım bir başka toplumdan gelecekti. Bu adım, sistematik deneysel yöntemin gelişmesini sağlayacaktı.

İslam Rönesansı

Ticaret ve buna bağlı olarak da bilimin canlanması için gerekli dürtüyü İslam fetihleri sağladı. MS 613 yılında Muhammed'e vahiy (revelation) gelmeye başla-

dığında, Bizans İmparatorluğu Arabistan sınırları üzerindeki denetimini yitirmiş kâğıttan bir kaplan görünümündeydi. İsa'nın tersine Muhammed hemen hemen tam bir politik boşluğa denk geldi. Böylece (büyük bir olasılıkla Monophysite doktrinden esinlenerek) toplumsal adalete ilişkin görüşlerini yaymaya başladı.

Bu toplumsal adalet görüşleri, imparatorluk sınırları içindeki tüccar kesimin acılarını dindirmek amacıyla oluşturulmuştu. Vergi toplayıcılarının, tefeci ve benzer kesimlerin baskıları kırılmış, kişisel servetin bir bölümünün inanan fakirler yararına kullanılmak üzere toplumsal servete dönüştürülmesi yönünde zorunluluk dayatılmıştı. İslam'ın bu tinsel anlayışı, yıkılmakta olan imparatorluğun yıkıcı ve ezici tinsel anlayışından daha üstündü ve orman yangını gibi yayılarak kendine kolayca yandaş bulmaya başladı. Muhammed'in Arap kabilelerini birleştirme çabası 632'de başarıyla tamamlandı. Sonraki on yıl içinde Müslüman ordular imparatorluğun ordularını yenmeye başladı. 636'da Suriye'yi, bir sonraki yıl da Irak'ı ele geçirdiler. Daha sonra Mezopotamya ve Mısır düştü. İmparatorluğun emeğine yabancılaşmış olan kesimi Müslümanları kurtarıcı olarak kucaklamaya başladı. En büyük destek de Monophysite'lerden ve diğer anti-imparatorluk gruplarının başını çektiği isyankâr gruplardan geliyordu. Yeni yöneticiler vergileri üçte bir oranında bazen de yarı yarıya indirdiler. Akdeniz'de ticaretin canlanışı ve zenginlik başladı.

Bu değişimlerle birlikte bilime verilen destek de canlandı. 800'lü yıllarda Müslüman dünyasının merkezi İran'a kaydı. Monophysite ve diğer Hıristiyan bilgelerle ortaklaşa çalışan Müslüman bilgeler, Yunan Uygarlığından artakalan bilgileri ve Hint Uygarlığının birikimlerini özümsemeye başladı. Batı Avrupa karanlık çağdan kurtulmaya çalışırken, 1000'li yıllarda Arap Uygarlığı doruk noktasına ulaştı. Çağdaş bilimsel yöntem ilk kez biçimlendirildi.

Bilimsel yükseliş döneminin en önemli kişisi, batıda **Al-Hazen** olarak bilinen **İbni-el Haytam**'dır. El Haytam, özellikle optik çalışmalarda John Philloponus'u aştı. Eski dönemin doğa felsefesinde kullanılan spekülatif yöntem yerine nicel ölçümlerin yapılabileceği sistematik ve yinelenebilir deneyler yaptı ve bu ölçümlerden matematiksel olarak formüle edilebilen hipotezler geliştirdi. Bu hipotezler değişik deneylerin ardında yatan fiziksel ilişkilerin öngörülebilmesini sağladı. Eğer öne sürülen hipotez ölçümlerle uyuşursa, önerilen fiziksel bağıntıdan yeni ölçümlerin öngörülerini sınamak üzere yeni deneyler tasarlanabilirdi.

Bilimsel yöntemin temel düşünceleri yaşama geçmişti. Bilim, sistematik gözlem ve ölçümlerle başlar, ancak orada durmaz. Bilim, doğaya ilişkin bilgi koleksiyoncusu değildir. Toplanan verilerden bir genellemeye gidilmeli; verilerin ardında yatan fiziksel süreç hipotezlere, hipotezler de matematiksel biçimlere dökülmelidir. Matematik, doğada gözlenen bir süreci betimlemede kullanılmalıdır. Platoncu felsefede veya günümüz evrenbiliminde yapıldığı gibi, matematik, "her şeyin altında yatan gerçeklik" olarak sunulmamalıdır. Hipotezin değeri özgün mantığıyla değil, değişik ölçümleri öngörebilme yeteneğiyle ölçülmelidir.

Bu yöntemi kullanan el Haytam, Batlamyus'un optik öğretisini çökertmiş ve yeni bir optik biliminin çerçevesini oluşturmuştur. El Haytam kullandığı nicel ölçümlerle Batlamyus'un mantıksal olarak türettiği yansıma ve kırılma yasalarını ve insan gözünden çıkan "görme ışınları" görüşlerini çürütmüştür.

El Haytam bilimsel yöntemi geliştirme çalışmalarını sürdürürken, diğer İslam düşünürleri de eski dünya görüşlerini çürütmeye başladılar. Filozof, tıp bilgini ve biliminsanı olan **İbni Sina**, Yer'in oluşumuna ilişkin çeşitli yaradılış söylencelerini bir kenara koyarak jeolojik oluşumlar üzerine çalışmalar yürüttü. Bu çalışmaları sonucunda, bugün su üstünde bulunan tüm kara parçalarının bir zamanlar su altında bulunduğu ve depremler sonunda suların üstüne çıktığı gibi doğru bir sonuca ulaştı.

İslam düşünürlerinin bilimde büyük aşamalar kaydetmesine karşın İslam Rönesansı 1100'lü yıllarda sönmeye başladı. 10. yüzyıl düşünürleri o dönemin dünya görüşüne önemli saldırılarda bulunmalarına karşın, daha ileri ve anlaşılır bir seçenek görüş oluşturamadılar. Yakından tanıdıkları John Philloponus'un yaptığı gibi gözlemsel bir yöntem geliştirdiler; ancak hiçbiri Philloponus'un yaptığını yapıp, yani, Yer ile cennet arasındaki çelişkiyi vurgulayıp ikiliği (düalizmi) yadsıyamadı. Geliştirdikleri bilimsel yöntem, sorunları derinlemesine sorgulayamadı. Bu sorunlar, hem Müslüman doğuda hem de Hıristiyan batıda dinsel tutuculukla yakından ilişkili sorunlardı. Müslüman imparatorluklar da tıpkı Avrupa'nın feodal devletleri gibi dinsel hiyerarşiye sıkı sıkıya bağlı olarak kurulmuştu. Müslümanlar ticareti ve belli ölçülere dek manüfaktürü yüreklendirmiş olmalarına karşın, politik erki toprak sahiplerinin ellerine bırakmıştı; toprak sahiplerinin politik erki de güçlü halifelerin elindeydi.

Köleleri ve köleleşmiş olan köylülerin emeğini sömüren zengin toprak sahipleriyle, özgür emek temelinde gelişen tüccar ve manifaktürcüler arasında bitmek tükenmek bilmeyen şiddetli çatışmalar oluyordu. Sonunda halifelerin gücü Osmanlılar'ın eline geçti. Osmanlılar da yeni yeni filizlenmekte olan ticaret ekonomisi ve onun desteklediği bilimsel kuruluşları dağıttı. Kökten dinciler İbni Sina gibisinden değerli filozofları *Kuran*'a karşı çıkmakla, saygısızlık etmekle suçladı. Bu gelişmeler sonunda ne yazık ki, kendi kendine yeterli bir bilimsel kurum oluşturma çabaları boğulmuş oldu. Yeni ve bilimsel bir dünya görüşü oluşturma çabası bundan sonra Batı'ya kayacaktı.

Avrupa'da feodalizmin sonuna doğru…

İslam dünyası alçalma dönemine girerken Avrupa kendini toparlamaya başladı. Özgür emeğin gelişmeye başlaması Avrupa'da gerçekleştiğinden bilimsel gelişme de Avrupa'ya kaydı. Özgür emeğin gelişmeye başlamasıyla birlikte emekten tasarruf edici bulgular da hızla gelişti; bu gelişmeler de bilime olan gereksinimi arttırdı. MS 800'lü yıllarda Arap ticareti Batı'yı uyarmış, bir canlanmaya neden olmuştu. MS 900'lü yıllarda Flanders'de eski dünyanın o güne dek tanık olmadığı boyutlarda bir endüstri gelişti. Burada kumaş ve giysi fabrikalarıyla küçük boyutlarda endüstri kasabaları oluştu. Nüfusun artmasıyla birlikte topraktan yoksun serf çocukları, endüstri bölgelerine inerek yaşamlarını gezgin satıcı, tüccar veya artizan olarak, diğer bir deyişle **özgür emek**le kazanmaya başladılar.

Avrupa'nın ortaçağ karanlıklarından kurtulması oldukça uzun sürdü. Ancak, yaratılmış olan yeni teknoloji Avrupa'yı eski konumundan çok daha ileri noktalara getirdi. Eski toplumda insan emeğini köleleştiren Avrupa, yeni tek-

nolojide özgür emeğin yanı sıra su ve hayvan gücünden yararlanmayı öğrendi. Bu ve benzeri alandaki yenilikler köylülerin enerjilerini daha “ince” alanlarda kullanmalarına izin verdi. Böylece Avrupa ekonomisi nüfusunun çok büyük bir bölümünü besleyebilecek duruma geldi. Çalışan kesim özgürlüğe ve kişisel haklara sahip olamamalarına karşın eski dönemlerdekinden daha iyi beslenme, barınma ve giyinme olanaklarına kavuştu.

Manüfaktür sektöründe özgür emek sayıca yetersiz ve pahalıydı; çünkü nüfusun büyük çoğunluğu hâlâ toprağa bağlıydı. Köleci emeği bulmak daha da zordu. Kültür düzeyi Avrupa’nın doğusunda hâlâ düşüktü. Avrupalı köleci emeğini **slavlardan** (kölelerden) sağlıyordu. Ancak, ileri teknolojinin gelişmiş olması, daha yetenekli olan özgür emeği hem daha üretken hem de daha ekonomik yapıyordu.

Özgür emeğin teknolojiyi desteklemesi ve ekonomik büyüme, ticaretin genişlemesini yüreklendirirken teknolojiye olan ilgi arttı. Yeni bir öğrenme biçimi doğudan geliyordu. Bu hiç de şaşırtıcı değildi. Seferlerinden dönen Haçlılar, Arap biliminsanlarının ve filozoflarının çalışmalarını ve Batı toplumlarında yitip gitmiş olan eski Yunan eserlerinin çevirilerini beraberinde getirmişlerdi.

1200’lü yıllarda İngiliz keşişlerinden **Robert Grosseteste** İslam dünyasının bilimsel yöntemlerini özümsemeye başladı. Avrupa’nın bir sonraki neslinden benzer çalışmaları sürdüren **Roger Bacon** çıktı. Bacon, bilimsel çalışmanın ilk amacının, çalışma sonuçlarının yaşama uygulanması olduğunu savundu. Yapıtlarındaki düşsel bölümlerde geleceğin teknolojik şaheserlerle dolu olacağına değiniyordu: Denizaltılar, uçan makineler ve otomatik (özdevimli) aygıtlar, vb. Ancak Bacon’ın bu bilimsel kurguları o gün için uygulamaya yönelik olmaktan çok ütopikti.

Grosseteste ve Bacon’ın bilim ve bilimsel yöntem anlayışları İslam’ınkinden daha kısıtlıydı. Ne Grosseteste ne de Bacon bilimsel deney yapmış kişilerdi. Onlar yalnızca bilimsel yönteme ilişkin görüşlerini dile getiriyorlardı. Her ikisi için de deney çok önemli olmasına karşın, “Allah’ın hikmetiyle” kıyaslandığında ikincil öneme sahipti. Bacon, “ilahi ilhamla gelen gerçeğin” en büyük otorite olduğunu, deneyin ise bunların arasından hangi otoritenin geçerli olduğunun ayıklanma işinde kullanılabileceğini savunuyordu. Deney hiçbir zaman otoriter gerçeğin özünü yadsıyamazdı. Bacon’ın deney ve gözlemlere olan zayıf vurgusu dahi onu Kilise’nin gazabından ve gözaltına alınmaktan kurtaramadı. Bacon Arapların yeni bilimsel yöntemlerini özümsemeye çalışırken **Thomas Aquinas** da eski Yunan Uygarlığının ve özellikle Aristoteles’in görüşlerini o dönemin baskın dünya görüşü olan Augustineci görüşle bütünleştirmeye çalışıyordu. Aquinas’a göre bilginin tek kaynağı, inanç ve “ilahi ilhamla gelen gerçek”ti. Bu süreçte us, inanç ve “ilahi ilhamla gelen gerçeğin” yardımcısı rolündeydi. Gerçeğin belirlenmesinde, örneğin evrenin bir başlangıcının olup olmadığının anlaşılması konusunda us yetersiz kalınca, gerçek yanıtı *İncil* verecekti.

Ortaçağ biliminin sınırlı rolü, o dönemin endüstri ve ticaretinin sınırlarını yansıtıyordu. Serfler ürettikleri artı değerleri lordlara ödüyor, burgherler ve manüfaktürcülerin pazar hacmini da asiller belirliyordu. Sonuçta, teknolojinin ve ekonomik genişlemenin boyutlarını eski düzen çiziyordu.

Ancak, feodalizm genişleyebilmek için yeni topraklara gereksinim duymaya başladı. 1300'lü yıllarda tarım alanları yetersiz kalmaya başlayınca asiller (lüks yaşantılarından ve savaşlardan vazgeçmeyi düşünmediklerinden) borçlandılar. Bu borçları, hizmetlerinde çalışanlara ağır vergiler yükleyerek ödeme yolunu seçtiler. Köylülerin tahıl depoları hızla tükendi. Avrupa sık sık açlık yaşamaya başladı. Şehir ve kasabalar pislik yığınına dönüştü ve sonunda 1348'de Avrupa'nın feodal toplumu vebadan kırılırken, nüfusunun üçte biri yitip gitti.

Bilimin gelişebilmesi için eski toplumun zayıflaması ve görüşlerinin gözden düşmesi gerekirdi. Eski Avrupa toplumları ve Müslüman dünyası merkezi bir devletle yönetilmediğinden benzer krizlerden bağışık kalmayı ve toplumsal muhalefeti ezmeyi başarabilmişlerdi. Ancak veba salgını feodal lordların otoritesinin çöküşünü hazırlayan etmenlerden biri oldu. 1337-1453 yılları arasında Fransa'da süren 100 Yıl Savaşları anarşinin yayılmasına neden oldu. İngiltere'de IV. Henry'nin 1399'da başlayan kötü yönetimi 100 yıl sürecek olan bir dizi hanedan savaşlarını başlattı. Böylece feodal asiller kendi kendilerini tarih sahnesinden silmek gibi "asil" bir görevi yerine getirdiler.

Feodal toplum düzeninin 14. yüzyılın ortalarında çöküşü, bilimin ve çağdaş toplumun önündeki engelin temizlenmesini simgeler. Bu çöküşü izleyen 250 yıl içinde de eski evren modeli çökmüş ve yenisi utku kazanmıştır.

Hiyerarşik evrenin çöküşü

Veba salgınıyla yaşanan felaket hem devletin hem de Kilise'nin saygınlığını ve ideolojik otoritesini silip süpürdü. Bu salgından sonra yetişen nesiller, bu felaketi Tanrının topluma verdiği ceza olarak gördü. Bu arada veba salgını, daha küçük boyutlarda yineleniyordu. Salgın hastalık emek sıkıntısı yaratıyordu. Bu salgın, Avrupa'da serfliğin işlemeyeceğini anlatır gibiydi. Kaçak serflerin çoğu, kırsal bölgelerde boş bırakılmış topraklar, şehirlerdeyse iyi ücretlerin ödendiği işler bulmaya başladı.

Kitleleri devlet ve Kilise'ye boyun eğmede iyi iş görmüş olan Augustine ve Aquinas doktrinleri halk üzerindeki denetimlerini yitirdi. İngiltere'de Oxfordlu bir vaiz olan **John Wycliffe**, halkı soyan bir kurum olarak ilan ettiği Kilise'yi ve otoritesini reddetti. Kilise'nin resmi yetkililerinin Tanrı ile insan arasına girmesinin gereksiz olduğunu duyurdu. Avrupa kıtasının diğer bölgesinde süregelen kitlesel hareketler de benzer görüşler ortaya koydu.

John Ball adındaki bir başka vaiz de, papaz, asil, kral, lord ve her ne türden olursa olsun tüm otoriteye başkaldırdı ve halkı bunlara baş eğmemeye çağırdı. 1381'de köylüler, serflik görevlerini kendilerine yeniden dayatmaya çalışan asillere karşı ayaklandı. Ayaklanmanın önderleri **John Ball** ve eski bir asker olan **Wat Tyler** idi. Bastırılmış olmalarına karşın köylü ayaklanmaları İngiltere'deki serfliğin mezar kazıcıları olmuştur.

Avrupa'nın diğer ticaret merkezleri de ayaklanmalarla sarsılıyordu: Artizanlar 1379'da Floransa'yı, 1384'de de Liege'i ele geçirdi. Feodal Avrupa'nın bağrından bir değil iki çeşit toplumsal örgütlenme biçimi yükseldi. Bunların arasında ölümüne bir savaş sürüyordu. Artizan, tüccar ve manüfaktürcülerle,

bunların yanında yer alan özgür köylülerin kurtarılmış bölgeleri oluşmuştu. Krallar, lordlar, papalar ve bişoplarla birinci grup arasında kıyasıya bir savaş sürüyordu.

1400'lerde ortaya çıkan ticaret şehirleri, eski Yunan'da olduğu gibi, yeni ve devrimci düşüncelerin filizlenmesini getirdi. Aradan geçen 1000 yıldan sonra Augustin'in sonlu evren modeli Alman asıllı bir bişop olan **Cusa'lı Nicholas** tarafından ciddi bir biçimde sorgulanmaya başlandı. 140'de doğan ve İtalya'da Padua Üniversitesi'nde eğitimini tamamlayan Nicholas, ortaçağ dünya görüşüyle Rönesans dünya görüşleri arasındaki geçiş döneminin ilginç kişisi oluyordu. Herkes gibi o da çevresine geleneksel görüşleri yayıyordu; ancak onun görüşleri, Augustine zamanından beri yaygın olan bir evren modelinin ve toplumsal bakış açısının çöküşünü başlatıyordu. Nicholas'ın görüşleri eski bir Yunan geleneğinin canlanışını simgeliyordu. Ancak bu görüşler, ortaçağ düşünürlerinin yadsımayı asla düşünmediği Aristoteles ve Platon'un görüşleri değil, iki binyıl önceki İyonya Uygarlığının görüşleriydi. Nicholas da tıpkı Thales'in yaptığı gibi, evrene yeni bir bakış açısı getirdi.

Öğrenilmiş Cehalet adını verdiği başyapıtında Nicholas, Anaxagoras'ın temel düşüncesine döndü: Sonsuz, sınırsız evren. Batlamyus'un sonlu evreninin merkezinde Yer ve onun çevresinde eşmerkezli küreler yer almaktaydı. Nicholas ise, evrenin ne uzayda sınırlı olduğunu ne de zamanda bir başlangıç veya sonunun bulunduğunu savunuyordu. Tanrı, uzay ve zamanın ötelerindeydi. Batlamyus evren modelinde Tanrı, sonlu evrenin dışında yer alıyordu. Nicholas ise Tanrıyı her yerde ve hiçbir yerde olarak düşlüyordu.

Nicholas'ın sonlu evreninde sınırsız sayıda yıldız ve gezegen bulunuyordu. İçinde yaşadığımız evrenin bir merkezi olmadığı gibi, devinimsiz bir tek noktası bile yoktu. Evrendeki tüm gökcisimleri gibi Yer de deviniyordu. Yer'in üzerinde bulunduğumuz, onunla birlikte devindiğimiz için o devinimsizmiş gibi görünüyordu. Giderek Yermerkezli evren modeli tamamen bırakıldı.

Yine Anaxagoras ve John Philloponus'un yaptıkları gibi Nicholas da Yer-cennet arasındaki büyük ayrımı ortadan kaldırdı. Yer ve yıldızlar aynı elementlerden oluşuyordu. Yer kusursuz olmadığından cennet de kusursuz değildi. Platon'un kusursuz çember yörüngeleri, gerçek devinimleri betimlemede kullanılan yaklaştırmadan başka bir şey olamazdı.

Yeni bir evren modeli gelişiyordu. Nicholas bu yeni modelle, gözlem ve deneylerden öğrenmenin ilişkisini kuruyordu. "Fikirler, düşünsel ürünler, salt usun yapıtaşlarıdır" diyen Platoncu görüşü eleştirdi. Nicholas, usun gerçeğe ancak duyu organlarıyla algılanan duyuların soyutlaştırılması ve bu duyuların yarattığı izlenimlerin örgütlenmesiyle erişebileceğini savunmuştur.

Gerçek dediğimiz şey sonsuz dereceden karmaşık olduğundan, bilgi yalnızca yaklaştırmalar dizisi olarak betimlenebilir. Bilgi, giderek daha fazla deneysel sonuçları birleştirir. Nicholas'a göre insan usunun anlaması sınırlı olmasına karşın, gerçeği anlama yeteneği ve anlama isteği sonsuzdur. "Göz yeterince çok göremediğinden usumuz gördüklerimizle yetinmiyor". Bu açıdan bakıldığında, kişinin öğrendiği her şey onu bilgisizliğin ötesine geçiremiyor. Yine de bilgisizlik sınırları içersinde bulunuyor olmamız öğrendiklerimizin yanlış olmasından

değil, **son gerçeğe** asla ulaşamayacağımızdan kaynaklanıyor. Bu nedenle **Her şeyin Kuramı** (TOE) diye bir şey asla olamaz!

Nicholas'ın geliştirdiği **açık bilgi kuramı** salt us ve otorite temelinde yükselen "mutlak gerçek" diye adlandırılan kavrama karşı ileri sürülmüş olan en öldürücü silahtır. Eğer "son gerçek" yoksa, son otorite de yok demektir. Nicholas bu devrimci kuramını dinsel öğretilerin ilahi ilhamla gelen bilgilerine dek uygulamıştır. Nicholas, dinsel dogmalara karşı çıkanların büyük bir "zevkle" ortadan kaldırıldığı, Hıristiyan ve Müslümanların birbirini boğazladığı dönemlerde dinsel hoşgörü düşüncesinin bayrağını dalgalandırdı. Nicholas'a göre Hıristiyanlık, Yahudilik ve Müslümanlık sonsuz boyutlara sahip dinsel gerçekliğin yalnızca değişik parçalarıdır; bu dinler, ilahi gerçeğin insanoğlu tarafından algılanabilen parçalarıdır. Bu dinler, Tanrıya olan ortak inanç ve ortak tinsel değerler temelinde birleştirilebilirdi.

Nicholas'ın politik düşünceleri özgür şehirleri sarmaya başladı. Augustine ve Aquinas'ın savunduğu, "Âdem ve Havva'nın günahını çekmeye mahkûm olan insanlık" görüşü yerine insan özgürlüğünü savunan ilke yaygınlaştırıldı. Sonsuz evrendeki yıldızlar ve gezegenler gibi tüm insanlar da doğuştan eşit ve özgür olduğuna göre, insanın insanı yönetmesi doğal bir sonuç değildir. Tam tersine, ister devlet ister Kilise'nin kuralları veya yönetimi, ancak yönetilenlerin rızasıyla gerçekleşmelidir. Yöneticiler ve yönetim biçimi halk tarafından seçilmelidir.

Biçimi tutucu da olsa Cusa'lı Nicholas'ın düşünceleri Platon zamanından beri süregelen toplumsal ve kozmik hiyerarşi düşüncesinin köklerinin koparılışını simgeler.

Yeni evrenbilim

Cusa'lı Nicholas'ın çalışmalarının işaret ettiği sonuçlar devrimci olmasına karşın bu çalışmalar soyut felsefi çalışmalar olarak kaldı. Bu düşüncelerin kalıcı olabilmesi için somuta indirgenmeleri gerekiyordu. Nicholas'ın etkisi, o dönemin ünlü gökbilimcisi, coğrafyacısı ve matematikçisi **Paolo Toscanelli** aracılığıyla oluyordu. Nicholas'ın yeni evren modelinin yayılmasında, bu evren modelinin gözlemsel bilimlerle bağını gören ve bu bağı geliştirmeye çalışan Toscanelli büyük rol oynamıştır. Bu akımın bir kolu, Toscanelli'nin olağanüstü öğrencisi olan **Leonardo da Vinci**'yi ve çağdaş bilimsel yöntemi doğurmuştu. Yeni felsefi düşüncelerin, skolastik tuzaklarından kurtulup el sanatları ve teknik yeniliklerle tanışması Leonardo ile gerçekleşiyordu. Çok kısa süren bir okul eğitimi alan Leonardo, Nicholas'ın dünya görüşüne büyük bir ilgi ve istekle sarıldı. Bu coşku, modası geçmiş olan dinsel otoritenin ve onun savunucularından Platon ve Aristoteles'in yadsınması anlamına geliyordu.

Leonardo, İyonya Uygarlığından bu yana ilk kez dinsel veya felsefi otoriteyi temel almayan ve **tamamen** laik bir bilim anlayışını ileri sürüyordu. **Ruh ile madde**, **düşünceyle eylem**, **kuramla pratik** arasındaki köprü en sonunda kurulmuş oldu. John Philloponus'tan Cusa'lı Nicholas'a dek uzanan filozoflar, yukarda sayılan zıtların birliğini onamış olmalarına karşın, soyut felsefi düşünürler olarak kalmışlardı. Leonardo, sanatçı, biliminsanı ve yaratıcı bir kişiliği

bir tek bedende toplamıştı. Sonsuz evren modelinin getirdiği felsefi özgürlük ve toplumsal gelişmelerin sağladığı ekonomik özgürlük otoriter hiyerarşiyi zayıflattığından Leonardo kendinden önceki düşünürlerin çok ötesine gidebildi; Leonardo tüm dünyayı gözlem ve deneye aldı.

Leonardo, "Bilgi gözlemlerden türetilmelidir" diyen Nicholas'ın düşüncesini yaşama geçirdi ve bilginin matematiksel olarak betimlenmesi gereğini ileri sürdü. Matematiğin uygulanamayacağı bir alanın bulunmadığını belirten Leonardo, "Matematik bilimlerin ustasıdır" diyen Platoncu görüşü şiddetle yadsıdı. Leonardo kullandığı bilimsel yöntemi şöyle açıkladı:

"Bilimsel bir sorunu incelemek için önce bir dizi deney düzenlerim. Sonra yapacağım deneyin niçin şöyle değil de böyle yapılması gerektiğini nedenleriyle açıklarım. Doğa olaylarının incelenmesinde izlenmesi gereken yöntem budur. İncelemelerimizde deneye başvurmalı ve ilgili doğa olayındaki genel kuralı bulup formüle etmeliyiz. Bu genel kurallar doğanın bir üst düzeyde araştırılmasına ve sanatın yaratılmasına izin vereceği için gereklidir. Bu yöntem bizi, elde edilemeyecek sonuçları bekleme aldatmacasından korur."

Kısacası, Leonardo'nun yönteminde deney "doğanın kurallarının" hipotezlere dökülmesine götürür. Leonardo'nun not defterinden anlaşılıyor ki, bu yöntem ne Leonardo'dan önce ne de sonra bu denli yaygın kullanılmıştır. Leonardo'nun not defterinde optik, anatomi, mekanik, hidrolik ve diğer alanlardan birçok bulgu yatmaktadır.

Leonardo'nun not defterleri ölümünden sonra yayımlanmadığı için bulgularının çoğu 200 yıl gömülü kaldı. Leonardo'nun İtalyan bilimi ve teknolojisine olan etkisi oldukça derindir. Leonardo İtalya'nın önde gelen prensleri için çalışmış olan bir mühendis, sanatçı ve düşünürdü. Döneminin en önemli düşünürleriyle tanışıyordu.

Cusa'lı Nicholas'ın düşünsel etkilerinin bir damarı Leonardo'yu yaratırken diğer damarı da **Kopernik**'i yarattı. Nicholas çalışmalarını sürdürürken bulgu amaçlı deniz yolculukları yeni bir gökbilimin (pratik gökbilimi) gelişmesi için dürtü oldu. Eğer Ay ve gezegenlerin devinimleri doğrulukla saptanabilirse, bu cisimler kozmik saatler olarak kullanılabilir, Atlantik Okyanusu'nu geçen denizciler için yol ve zaman belirteci olabilirlerdi. Batlamyus'un evren modeli bu iş için son derece hantal ve güvenilir olmayan bir dizgeydi.

Tam bu aşamada Polonyalı **Nicholas Copernicus** (Nikola Kopernik) İtalya'da çalışmaya geldi. Kopernik burada Yer'in devindiğini savunan Cusa'lı Nicholas'ın düşüncesiyle tanıştı. Kopernik, Leonardo'nun Güneş'in devinimsiz olduğuna ilişkin düşüncesiyle de büyük bir olasılıkla burada tanıştı. Bu düşünce Leonardo'nun defterinde yer almaktaydı. Kopernik Aristarchus'un çalışmalarını biliyordu. Ancak Cusa'lı Nicholas'ın sonsuz evren düşüncesi, Kopernik'in Güneşmerkezli evren modelinin önündeki engelleri kaldırıyordu. Eğer Yer devinim içindeyse, bu devinimi, sabit yıldızların gökyüzü düzlemi üzerindeki yerlerini değiştirmesi biçiminde algılamamız gerekmez miydi? Batlamyus ve Aristoteles'in küçük ve sonlu evreninde yıldızların görünürdeki sabitlikleri Yer'in devinmediğinin güçlü bir kanıtı olarak gösteriliyordu. Kopernik, "Ancak eğer evren sonsuzsa, yıldızlar çok büyük uzaklıklarda bulunacağından görü-

nürdeki devinimleri algılanamayacaktır" biçiminden doğru bir sav geliştirdi. Batlamyus evren modelinde sabit yıldızları taşıyan en dıştaki kürenin günde bir kez döndüğü savunuluyordu. Eğer evren sonsuzsa böylesi bir hız son derece anlamsız olacaktı.

1506'da İtalya'dan ayrılan Kopernik Güneşmerkezli dizgesinin temellerini geliştirmişti bile: Kendi ekseni çevresinde dönen Yer, aynı zamanda Güneş'in çevresinde de dolanıyordu. Diğer gezegenler de Yer benzeri devinimlerde bulunuyordu. Ancak ne yazık ki Kopernik de tıpkı Cusa'lı Nicholas gibi eski evren modeliyle uzlaşma yoluna gitti. Batlamyus'un kusursuz çemberleri ve episiklleri korundu. Bu nedenle Kopernik'in öngörülerinin doğruluğu Batlamyus'unkinden farklı olmamıştı. Ayrıca Cusa'lı Nicholas'ın üzerinde ısrarla durduğu bir noktayı, yani evrenin sonsuzluğunu modeline çok katı bir biçimde katmadı. Evren devasa boyutlardaydı; ancak sonlu da olabilirdi sonsuz da! Öyle ya da böyle, Kopernik'in evren modeli Yermerkezli hiyerarşik evren modeline bir seçenek oluşturuyordu. Hiyerarşik evren modeli tehlikeye girmişti. Çünkü eğer Yer bir gezegen ise ve devinim içindeyse tüm Gök ve **sublunar** yapı çökecekti. Bunlarla birlikte kozmik ve toplumsal hiyerarşi ideolojisi, madde ile ruh arasındaki ayrım ve hepsinden önemlisi otorite ve salt usun üstünlüğü çökecekti.

Ne denli tutucu bir kılıfa sahip olursa olsun Kopernik evren modeli kökten değişikliklerin yaklaştığını muştuluyordu. Kopernik bu değişikliklerin ayırdındaydı. Eserini 1543'e dek, 30 yıla yakın bir süre bastırmadı.

O sıralarda ortaçağ dünya görüşüne yalnızca ideolojik açıdan değil; politik, dinsel ve toplumsal açıdan da bir seçenek oluşmuştu. Protestanlar Kilise ve devletin hiyerarşik yapısına karşı bir reform hareketi başlatmıştı. Kilise hiyerarşisine ve onun kendisinin tek dinsel otorite olduğunu ileri süren görüşüne karşı başlatılan savaşım, daha sonra tüccar, artizan ve köylülerin feodal asillere karşı başlattığı politik ve toplumsal savaşımla birleşti. Reform hareketi 1530'lu yılların ortasına doğru tüm Almanya'da köylü ayaklanmalarını ateşledi; VIII. Henry İngiltere'yi Katolik Kilise'den ayırdı. 1540'lı yıllarda tüm Almanya Protestan prenslerle Papalık ve Katolik Kilise yanında yer alanlar arasındaki savaşlara tanık oluyordu.

İşte tam bu sırada, 1540'da Kopernik'in arkadaşı **Rhaticus**, Protestan reform hareketinin 30 yıl önce başladığı Wittenberg'de, Protestanların bu güçlü kalesinde, Kopernik'in Güneşmerkezli evren modelini anlatan kuramını bastı ve dağıtımını üstlendi. Bu durum Kopernik'i yüreklendirdi ve o da 1543'de kendi basımını yaptı. Rhaticus, kendi evren modelini betimlerken Kopernik'in düşüncelerini ön plana çıkardı. Kopernik'in evren modelindeyse, hiyerarşik dünya görüşü yadsınıyordu. Protestan reformasyon hareketi de bu hiyerarşik yapıyı şiddetle yadsıyordu. Ortaçağ evren modelinde her bir gezegen küresi, bu kürenin üzerinde bulunan diğer küre tarafından güdülürken, diğer bir deyişle, en üstteki en alttakileri denetlerken; Kopernik'in Güneşmerkezli evren modelinde tüm devinimler doğal süreçler olarak betimleniyordu. Rhaticus şöyle yazıyordu: "Her bir gezegen küresi, doğanın kendisine biçtiği devinimi tekdüze bir biçimde yerine getiriyor ve dönemini daha üstteki kürenin kendisine herhangi bir kuvvet uygulamaksızın tamamlıyor". Tüccar, artizan ve köylüle-

rin yasalar karşısında eşitlik için; Protestanların da Tanrı önünde eşitlik için verdikleri savaşım kendisini, gökcisimlerinin kendilerini güden doğa yasaları karşısındaki eşitliğinde gösteriyordu.

Kopernik'in görüşleri o denli devrimciydi ki, Reform hareketinin önderleri bu görüşleri bir süre sonra korku ve dehşetle yadsımaya başladılar. Protestan Reform hareketinin üniversitelerdeki destekçileri bu evren modelini ilgiyle incelemeye başlarken, özellikle Martin Luther, Kopernik'in görüşlerinin fantastik olduğunu ve *İncil*'le çeliştiğini ileri sürerek şiddetle yadsıdı. Ancak, VIII. Henry'nin çıkardığı hükümlerle gücünü hemen hemen tamamen yitirmiş olan eski Kilise bu yeni ve devrimci düşüncelerin İngiltere'de verimli topraklar bulmasını engelleyemedi.

Cusa'lı Nicholas'ın etkisinin ortaya çıkardığı iki akım, bilimsel yöntem ve sonsuz evren modeli, aslında ilk kez İngiltere'de ortaya çıktı. İngiltere kendi bilimsel geleneğini **Bacon** zamanından beri sürdürüyordu. Bu arada İngiliz düşünürleri ve politikacıları İtalyan felsefesindeki son gelişmeleri yakından izliyorlardı. Gökbilimdeki ve genel araştırma alanlarındaki sonuçların pratiğe yansıyan uygulamaları kendini en çarpıcı biçimde İngiltere'de gösteriyordu. Feodal asillerin kendi kendilerini Roses Savaşları'nda yok etmesinden sonra, önceki dönemlerde toprak yerine ticaretle uğraşan yeni bir kraliyet çizgisi VIII. Henry döneminde iktidara geldi. Elizabeth 1588'de Kraliçe olduğunda İngiliz deniz filosu çılgınca bir genişleme sergiliyor ve ticaretin denetimini Katolik İspanya'dan devralmaya uğraşıyordu.

Hoşgörüden yoksun olan Mary yönetiminin boyunduruğundan kurtulan ve Elizabeth dönemine başlayan İngiltere Kopernik'in anti-hiyerarşik ve anti-otoriter öğretilerine dört elle sarıldı. İngiliz gökbiliminin önde gelen isimlerinden **Thomas Digges** 1576'da popüler bir kitap yazarak Kopernik dünya görüşünü geniş halk yığınlarına taşıdı. Digges ve diğer İngiliz gökbilimciler 1572'deki süpernovayı gözlemiş ve geleneksel düşüncenin tersine gökyüzünün değiştiğini herkese göstermişlerdi. Digges'in saygın bilimadamı kişiliğiyle desteklenen Kopernik'in düşünceleri şimdi "sokaktaki adamın" görüşlerine dönüşmüştü. Kopernik ve Cusa'lı Nicholas'ın görüşlerini birleştiren Digges evrenin sonsuz olduğunu ve bu sonsuz evrende sayısız yıldızla sayısız Yer benzeri gezegenin bulunduğunu yazdı. Ancak en önemlisi, Digges eski biliminsanlarının kullandığı bilimsel yöntemi eleştirdi: "Önceden bilimsel çalışmalar ters yönde yapılıyormuş; kuramlardan yola çıkılarak gerçek gözlemler araştırılmış. Oysa ki gözlemlerden yola çıkarak kuramlarını sınamaları gerekiyordu."

İngiltere, teknolojik ilerleme ve kaliteli işgücüne daha çok gereksinim duyan, özgür emeğin giderek artan oranlarda manüfaktürel üretime çekildiği bir ülke durumuna gelmişti. Bu durumun ayırdında olan Digges, bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin birbirine bağlı olduğu görüşünü yaymaya başladı. Bu durumda bilimsel bilgi "sıradan vatandaşa" taşınmalıydı. Bilimsel bilgilerini pratik deneyleriyle birleştiren işçilerin teknolojik ilerlemeye büyük bir ivme vereceğine inanan Thomas Digges tüm eserlerini akademik dil olan Latince yerine İngilizce yazmaya karar verdi. Bunun üzerine Digges ve diğer biliminsanları olabildiğince geniş bir okuyucu kitlesini amaçlayan bir dizi pratik bilimsel

el kitapları hazırladılar. 1589'da gelindiğinde, devlet desteğiyle hazırlanan ve artizan asker ve denizcilerin ilgiyle izlediği bilimsel seminerler dizisi başladı.

Teknoloji ve kozmoloji

Eski ve yeni evren modelleri arasındaki çatışma akademik tartışmalarla değil, eski ve yeni tür toplumlar arasındaki savaşlarla sonuca bağlandı. Manüfaktürün doludizgin geliştiği Hollanda'daki Protestanlar Katolik emperyalist yöneticileri olan İspanya'ya karşı ayaklandı ve 1584'de, o dönemin başlıca Protestan gücü olan İngiltere, Hollanda ile bağlaşıklık kurdu. İspanya İmparatorluğu köleci emek üzerine kurulmuştu. İspanya'da serfler, Yeni Dünya adını verdikleri Amerika'daki devasa imparatorlukta da serfler ve köleler çalıştırıyorlardı. Diğer yandan, İngiltere ve Hollanda ise özgür emek temelinde üretim yapıyordu.

Kopernik'in bilimsel dünya görüşü Protestan cepheye ideolojik desteğin yanı sıra çok önemli teknolojik üstünlük de sağlıyordu. Kuramsal bilimle el becerisini birleştiren İngiliz endüstrisi İspanyolları birçok alanda geçti. Bu alanlar içinde en önemlisi denizde kullanılan silah endüstrisiydi. İngilizler, uzun menzilli ve hedefi vurma yeteneği çok yüksek olan toplar dökmeyi başardı.

Kopernik devrimi Aristoteles fiziğini de buruşturup bir köşeye atmıştı. Aristoteles fiziğine göre "Devinen cisimler, hiyerarşide kendilerine ait olan yeri arama eğilimindeydiler". Bu görüş kendini balistik alanında gösteriyordu. Aristoteles, düz bir doğrultu boyunca yukarıya fırlatılan bir cismin Yer'e dik olarak düşeceğini öğretiyor, dönemin düşünürleri de bu durumu olduğu gibi onamak durumunda kalıyorlardı.

Leonardo ve onun mühendislik alanındaki ardılı **Tartaglia**, bir cismin yörüngesinin bir eğri olduğunu deneyle göstermişler, topun işaret ettiği yükseklikle menzil arasındaki ilişkiyi gösteren bir çizelge hazırlamışlardı.

Digges ve diğer İngiliz bilimciler bu sonuçları düzenleyip birçok kişinin yararlandığı deniz silahları el kitapları hazırlamıştır. İngiliz gemileri tayfalarını artizanlar ve işçi sınıfından seçiyordu. 1588'e gelindiğinde gemideki subay ve denizciler temel balistik eğitimi almış kişilerden oluşuyordu. Bunun tersine İspanyollar yeni bilimle ne ilgileniyor ne de kullanıyorlardı. Gemilerdeki eğitimsiz tayfalar da yeni bilimi bilmiyorlardı.

İspanyol donanması İngiltere'yi fethetmek üzere yola çıktığında toplumsal örgütlenme, teknoloji ve eğitimin ne denli önemli olacağının ayırdında değildi. İngiliz savaş gemilerinde ağırlıklı olarak **culvetine** adı verilen küçük toplar vardı. Bunların menzili yaklaşık 1000 m idi. İspanyol Donanması'ndaysa daha kaba toplar bulunuyordu. Bunlar ancak çok yakın mesafelerde etkiliydi. Maksimum menzilleri 300 m idi. Bu ve diğer alanlardaki üstünlüklerini kullanan İngilizler İspanyol Donanması'nı uzaktan dövdüler. 100 bin top ateşleyen İspanyollar bir subay ve bir düzine denizciyi öldürebildi; İngiliz Donanması'ndan ise hiçbir gemi batmadı. İspanyolların hemen hemen yarısı denli ateş eden İngilizler 17 İspanyol gemisini batırdılar ve binlerce İspanyol subayı ve gemicisini saf dışı bıraktılar. Cephaneliği tükenen İspanyolları İngiliz Donanması Manş Denizi'nin dışına dek kovaladı.

Kısacası, deneye dayalı dünya görüşünün üstünlüğü tartışmalarla değil, pratikte, toplar ve tüfeklerle kanıtlanmış oldu. Aslında İspanyol Donanması'nın yenilgisi hangi bakış açısının utku kazanacağını saptadı; çünkü savaş, hangi toplumun varlığını sürdürebileceğini belirlemişti.

Dinsel dogmalara karşı çıkmanın faturası

Protestanlardan sonra Katolik hiyerarşi de yeni evren modelinin sapkın olduğunu, geleneksel otoriter toplum yapısıyla uyuşmayacağını gördü. Karşı-reform hareketinin ilk kurbanlarından biri, eski bir keşiş olan **Giordano Bruno** oldu. İngiltere'yi ziyarete giden, orada dönemin önde gelen politikacı ve biliminsanlarıyla tanışan Bruno Avrupa kıtasına döndüğünde Kopernik'in kuramını halka yaymaya başladı. Kopernik evreninin Digges çeşitlemesini ele alan ve onu Batlamyus artıklarından temizleyen Bruno oldu. Bruno, kendi geliştirdiği felsefenin temeline sonsuz gezegenlerden oluşan sonsuz evren modelini yerleştirdi. Bu dünya görüşüne Cusa'lı Nicholas'ın görüşlerini ve ondan daha devrimci görüşleri de ekledi. Bruno hiç yoktan yaratılma (*ex nihilo*) kavramını ciddi bir biçimde sorguladı. Evrenin uzayda ve zamanda sınırsız, başlangıçsız ve sonsuz olduğunu savundu.

Bruno bir biliminsanı değil, bir filozoftu. Kopernik'in evren modelini desteklerken geleneksel mantıksal savları kullandı. Hepsinden önemlisi, Bruno sadık bir Katolik'ti. Kilise'yi yadsımak yerine onu düzeltmek istiyordu. 1592 yılında Katolik topraklara döner dönmez tutuklandı. Karşı-reform hareketinin önderlerinden ve papanın teoloğu Robert Cardinal Bellarmine, Bruno'nun yazılarında Kilise'yi içten yıkmaya yönelik sapkınlıklar saptadığını söyledi. Yer benzeri sonsuz dünyanın varlığı düşüncesi Kilise hiyerarşisinin önemini zayıflattığı gibi tüm otorite kaynaklarıyla da çelişiyordu: Bu düşünceler ne *İncil*'de ne Aristoteles'de ne de Platon'da vardı. Bundan başka bu görüşler maddi dünyayı ve Yer'i cehennem olarak, kozmik kürelerin ötesini de cennet olarak gören Katolik görüşünü yerle bir ediyordu.

Yedi yıl süren mahkûmiyeti boyunca Bruno, sonsuz sayıdaki dünya görüşünden vazgeçmesi için Bellarmine tarafından sayısız kez uyarıldı. Bruno görüşlerinden vazgeçmedi ve 1600'de yakıldı.

Bruno'ya karşı ileri sürülen suçlamalar kamuya açıklanmadığından Katolik biliminsanları ve **Galilei** bu olayı Katolik Kilise'nin Kopernik'in dünya görüşüne karşı yöneltti̇ği bir düşmanlık olarak görmedi. Aslında Kilise'nin ve tutucu çevrelerin bu düşmanlığı Kopernik'in kuramı utkuya ulaştıktan sonra bile sürdü.

İngiltere'de yaygın olarak onanmış olmasına karşın Kopernik modelinin çok az gözlemsel kanıtı bulunuyordu. O dönemin usta gözlemcilerinden **Tycho Brahe** seçenek bir model ileri sürerek eski ile yeniyi uzlaştırmayı denedi. Brahe modelinde gezegenler Güneş çevresinde dolanıyor, Güneş de devinimsiz olan Yer çevresinde dolanıyordu. Brahe'nin evren modeli matematiksel olarak Kopernik modeline denkti; böylece Kopernik veya Brahe modellerinden birinin diğeri üzerine olan üstünlüğünden söz edilemiyordu.

Bu denge 1609'da ansızın Kopernik yararına bozuldu. Brahe'nin ölümünden sonra **Johannes Kepler** onun gözlemlerini kullandı. Brahe'nin gözlemleri

Batlamyus'unkinden 150 kez daha doğruydu. Böylece Kepler Güneş Sistemi'nin doğru bir betimlemesini yapabilecekti. Kepler geleneksel kürelerle işe koyuldu. Yıllarca uğraştı. Çok büyük çabalardan sonra eski evrenbilimin son artıklarını da süpürüp attı. 1609'da deneme ve yanılma yöntemiyle gezegenlerin çember yörüngelerde sabit hızlarla değil, eliptik yörüngelerde artan ve azalan hızlarla döndüğünü gösterdi. Öyle ki, gezegenler eliptik yörüngeleri üzerinde birim zamanlarda eşit alanlar süpürecek biçimde dolanıyordu. Eliptik yörüngesi üzerinde Güneş'e yaklaşan bir gezegen daha büyük çekim kuvveti "duyumsayacağından" hızı artacaktır. Bu bulgu, taşıyıcı çember, gezegen çemberi ve kürelerden oluşan son derece karmaşık bir dizgeyi çökertmiş yerine basit elipsleri koymuştur.

Kepler'in sistemi diğer tüm sistemlerden daha basitti. Bu sistemi Tycho Brahe'nin sistemine yamamak olanaksızdı; çünkü bu durumda gezegenlerin basit eliptik yörüngeleri yerine karmaşık ve bileşik devinimler geçecekti.

Aynı yıl **Hans Lippershey** adlı bir Hollandalı, teleskop adlı bir aygıtın patentini aldı. Sonraki yıllar içinde Galilei ve diğer İtalyan gökbilimciler teleskoplarını gökyüzüne çevirdiler. Galilei Jüpiter'in uydulara sahip olduğunu, Venüs'ün evreler gösterdiğini ve Ay'ın dağlarının varlığını duyurdu. Aristotelesci evren modeli için son derece önemli olan, "değişmeyen, kusursuz gökyüzü" böylece tuzla buz oluyordu.

Yeni gözlemsel bilgilerle donanmış olan Galilei, Kopernik evren modelinin propagandacısı oldu. Galilei aynı zamanda Katolik hiyerarşiyi de bu yeni görüşün yanında yer almaya çağırıyordu. Cardinal Bellarmine, Bruno olayını anımsatarak Galilei'nin çabalarını bastırmak istedi. Katolikler Galilei'ye *İncil*'in dolaysız yorumundan başka bir şeye izin vermeyeceklerini duyurdular. *İncil*'de Güneş, doğan, batan, devinen bir gökcismi olarak sunuluyordu; bunun dışındaki bir yorum yasaktı! Kopernik'in eseri 1616'da yasak yayınlar dizelgesine girdi ve bu öğreti resmen yasaklanmış oldu.

Tüm baskılara karşın Galilei çabalarını sürdürdü. Galilei'nin Kopernik'in dünya görüşünü savunan *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* adlı kitabı 1632'de yayımlandı. Bunun üzerine Kilise'nin tepkisi hemen geldi: Galilei'ye Bruno örneği anımsatılarak pişmanlığa davet edildi ve ev hapsine alındı. Evrene ilişkin yeni bilimsel bakış açısı Katolik ülkelerde 100 yıla yakın bir süreyle yasaklandı.

Yeni bilimin korunduğu ve desteklendiği ülkeler başta İngiltere olmak üzere, yeni toplumun utku kazandığı ülkeler oldu. 1642'da gerçekleştirilen İngiliz Devrimi toprak sahiplerinin yenilgisiyle ve bu sınıfın yeni tüccar ve fabrikatör sınıfları içinde öğütülmesiyle sonuçlandı. **Commonwealth** dönemi boyunca, İngiliz devrimciler usavurmayı ön plana çıkarıp söylenceyle batıl inançları çöpe attılar. İngiliz bilimciler Galilei'nin mekanik alanındaki çalışmalarını İtalya'dan kaçırdılar. Bu çalışmaları Kepler yasalarıyla bütünleştirdiler ve sonuçlarını 1638'de yayımladılar. Bu iki ayrı damardan gelen bilgileri kullanan **Robert Hooke** evrensel çekim yasasını oluşturdu. Daha sonra **Isaac Newton**, Hooke'un çekim yasasının Kepler'in yasalarını doğruladığını kanıtladı.

Devrimin doruk noktasında elde edilen sosyal kazanımlar daha sonra yitirilmiş olmasına karşın toplumun temel dünya görüşü ve amaçları bir daha geri

döndürülemeyecek biçimde dönüşmüş oldu. İngiliz hükümeti İngiliz bilimine destek oldu. Bu destek, İngiliz bilimini diğer ülkelerin biliminden üstün kıldı. Bu gelişmenin yanı sıra İngiliz ekonomisindeki hızlı büyüme, 100 yıl sonra endüstri devriminin gerçekleştirilmesini sağladı.

Bilimsel Devrime kaçınılmaz bir süreç olarak bakamayız. Bu devrim, acımasızca süren toplumsal çatışmaların bir ürünüdür. Evrenbilime ilişkin sorunların çözümü, bu çatışmada yer alan bireyler ve toplumların ölüm-kalım savaşına dönüşmüştü. Çağcıl bilimin sonsuz ve sınırsız evrenini ancak 16. ve 17. yüzyılların **açık** toplumu üretebilirdi. Yeni topluma maddi ve tinsel güç ancak böylesi bir dünya görüşünden gelebilirdi.

Yaradılışa bilimsel seçenek

16. ve 17. yüzyıllardaki Bilimsel Devrim hiyerarşik ve sonlu evren yerine sonsuz evreni; otorite ve usavurma yerine de gözlemsel yöntemi amaçladı. Ancak bunlar çok az gerçekleşti. 17. yüzyılın biliminsanları İyonyalıların yaptığını yapamadılar; hiç yoktan yaratılma modeli yerine doğal bir evren modeli oluşturamadılar. Cusa'lı Nicholas ve Giordano Bruno gibi filozoflar uzay ve zamanda sınırsız, başlangıçsız ve sonsuza değin varolacak olan bir evren görüşünü yüceltti; ancak hiçbiri bu görüşleri destekleyecek somut veriler toplayamadı.

Çoğu biliminsanı için evrenin başlangıcı, din ile bilimin buluştuğu nokta olarak durmaktaydı. Örneğin, Isaac Newton, Güneş Sistemi'nin oluşumu ve korunması için Tanrıya gereksinim olduğunu savundu.

İngiliz Devrimi ve Restorasyon Dönemi'nden sonra İngiliz toplumu tutucu bir evreye girmiştir. Değişim, evrim kavramları zamanla güncelliğini yitirdi. Evren de tıpkı yazılı biçime dökülmemiş olan İngiliz anayasası gibi bir dizi olayların oluşturduğu ve artık tamamlanmış olan bir ürün olarak algılanmaya başlandı. Bunun sonucu olarak da değişimler, evrimsel aşamalar ve devrimlerin bundan böyle yinelenmeyeceğine inanıldı.

18. yüzyılın ortalarına doğru Avrupa ve Amerika'da değişim rüzgârları yeniden esmeye başladı. Evrenin başlangıcına ilişkin tartışma canlandı. 1755'de filozof **Immanuel Kant**, evrenin kaynağına ilişkin doğal bir açıklama getirdi; bu açıklama Anaxogoras'ın yüzyıllar önce oluşturduğu düşüncelerle büyük benzerlik taşıyordu. Döneminin gökbilim araştırmalarıyla yakından ilgilenen Kant, gözlemlerin, yıldızların uzayda eşdağılım göstermediğine, belli biçimlerde gruplaşarak Samanyolu diskini oluşturduklarına işaret ettiğini savundu.

Kant, "evrenin kuramı"nı oluşturduktan sonraki yıllarda Avrupa ve Amerika ortalığı silip süpüren devrimlerle çalkalandı. Bu devrimler, eski hiyerarşik toplumların tarih sahnesinden tamamen silinip yerlerine demokrasilerin geçmesi sürecini tamamlıyordu. Yüzyılın sonuna gelindiğinde, devrimlerin yarattığı değişiklikler, insanların ilerlemeye ve toplumsal refaha olan inançlarını pekiştirdi. Hem ABD'nin kurucu babaları hem de Fransız Devrimi'nin başını çekenler devrimi, toplumların ilerleme yolundaki kaçınılmaz aşamalar olarak tanımladı. Demokrasilerin kurumları giderek kusursuz biçimlerine yaklaşırken insanların

refah düzeyi de sınırsız olarak artıyordu. **Jefferson**, zorbalıkların hortlamaması ve ilerlemenin kesintiye uğramaması için dönemsel devrimlere gereksinim olduğunu savundu. Jefferson'a göre Amerikan Anayasası sınırsız revizyona açık olması nedeniyle bitmiş bir ürün olmadığını göstermekteydi.

İngiltere'de kimyacı **Joseph Priestley**, insanlığın gelişimine ilişkin genel kuramı özetledi. 1771'de Priestley şöyle yazıyordu: "Bilimsel bilginin giderek artmasıyla insanın gücü artacak, maddi varlığı ve yasalarıyla doğa insanın hizmetine girecek, yaşam koşulları iyileşecek ve insan ömrü belki de uzayacak, her geçen gün insanların mutluluğu artacak."

İnsan toplumlarının durağan olmadığına, büyük çaba ve savaşımlarla sürekli evrim geçirdiğine, daima daha üst düzeyde örgütlendiğine ve yaşam düzeyinin giderek arttığına ilişkin devrimci kavram bilim alanından hızla yandaş buldu. 18. yüzyıl sonlarına doğru İngiltere Endüstri Devrimi'nde buhar makinelerini geniş ölçüde kullanmaya başladı. Kömürle çalışan bu makineler jeoloji biliminin hızla gelişmesini sağladı. Kendisi amatör bir biliminsanı olan **James Hutton** Yer'in kendisinin sürekli evrim geçirdiğine ilişkin bir kuram geliştirdi.

Kilin sıkışarak sedimenter kayalara dönüştüğünü gözleyen Hutton, 1795'de *Yer Teorisi* adlı çalışmasında şunları dile getirdi: "Günümüzün dağları, nehirleri, okyanusları, sedimenter, vb. kayaları mucizevi bir müdahale sonucunda değil, milyonlarca yıl süren doğal süreçler sonucunda oluşmuştur."

Hutton, Yer'in oluşumuna ilişkin bilimsel bir kuramın oluşturulabilmesinin yalnızca ve yalnızca günümüzde süregelen süreçlerin izlenmesiyle olası olduğunu vurgulamıştır. Bunun için "başlangıç" diye bir şey uydurup "başlangıç"tan günümüze doğru gelmek yerine, günümüzde süregelen süreçlerden yola çıkıp zamanda geriye gitmeyi önermiştir. Hutton zamanda sonlu ve doğaüstü bir "başlangıç"a sahip evren modelini şiddetle yadsımıştır.

Hutton'dan 10 yıl sonra ünlü Fransız matematikçisi **Pierre-Simon de Laplace**, Hutton'ın yaklaşımına uygun olarak bir adım geçmişe gidip Kant'ın girdap kuramına sağlam bir bilimsel temel oluşturdu. Newton mekaniğini kullanan Laplace 1796'da Güneş ve Güneş Sistemi'ne ilişkin şu görüşleri oluşturdu: "Eğer Güneş kendi çevresinde dönen küresel bir gaz yığınından oluştuysa, zamanla büzülecek ve büzüldükçe çevresine madde fırlatacaktır. Çünkü büzülen her şeyin daha hızlı döndüğünü biliyoruz. Fırlatılan madde Güneş'in çevresinde önce halkalar biçiminde kümelenecek, daha sonra da halka biçiminde kümelenmiş olan bu gazdan gezegenler oluşacaktır."

Hutton ve yandaşları Laplace'ın bulutsu kuramını derhal onadı. Böylece Yer'in oluşumuna ilişkin kuramın bir parçası oluşmuş oldu. Diğer bilimadamları da yaşamın gelişmesine ilişkin tarihsel yaklaşımı çabucak oluşturdular. Charles Darwin'in dedesi **Erasmus Darwin**, Laplace'in kuramını oluşturduğu yıl, jeolojik katmanlarda bulunan fosillerin yansıttığı gerçeği formüle etti: Bu fosiller, çeşitli hayvan türlerinin birbirinin evrimi sonucunda oluştuğunu kuşkuya yer bırakmayacak bir biçimde anlatıyordu. Böylece, fosiller aracılığıyla yaşamın uzun zaman dilimleri içinde giderek yetkinleştiğini gözlüyorduk.

Ancak, 18. yüzyılın son çeyreğindeki devrimci değişikliklerin ve yeni bilimsel kuramların herkesçe onandığını söylemek doğru olmaz.

İngiltere'yi yöneten kapitalistler güçlerini 17. yüzyılda gerçekleşen sosyal devrimden ve 18. yüzyılda gerçekleşen Endüstri Devriminden alıyorlardı. Aynı kapitalistler bu gücü başka sosyal çalkantılarda yitirmek istemiyorlardı. Bu nedenle İngiltere zamanla sosyal değişimlerin düşmanı oldu. İngiltere dışındaki rakip endüstrilerin gelişmesinden ve yurtiçinde de sosyal yapının sürekli evriminden korkmaya başladı. Dünya'nın diğer yörelerindeki toplumsal ilerlemelere İngiltere'den dinsel ve felsefi saldırılar başladı. İlerici Fransız kuramcısı **Marquis de Condorcet**'e karşı sav geliştiren İngiliz **Thomas Malthus** nüfus artışının tarımsal ürünler artışından daha hızlı olacağını, insanların açlık çekeceğini ve yaşam koşullarının düşeceğini ileri sürdü. Yerbilimci **John Williams**, Hutton'ın kuramlarına teolojik açıdan saldırdı. Williams'a göre "Hutton'ın Yer'in sonsuz zaman içinde oluştuğuna ilişkin kaba görüşü halk arasında önce kuşkuculuğa sonra da inançsızlığa ve ateizme neden olmaktadır. Eğer Yer'in sonsuzluğuna ilişkin bu inandırıcı savı onarsak ve kendi kendini yenilemede ve ilerlemede gösterdiği becerisine inanırsak daha sonra İlahi Gücün müdahalesinin gereksizliğine inanmamız gerekecektir. İnsanlığın gördüğü tüm başkaldırılar anarşi, karışıklık ve sefaletle son buldu; günümüzün entelektüel başkaldırısı da böyle sonuçlanacaktır."

Ancak gericilerin çabaları genel olarak başarısız kaldı. 19. yüzyılın birinci yarısında Avrupa bir dizi popüler devrimlerle sarsılmaya devam etti. Endüstri Devrimi İngiliz toplumunun dönüşümünü sağladı. 1840'lı yıllarda yeni yerbilim ve evrenbilim öğretileri biliminsanları ve sıradan insanlar tarafından yaygın olarak onandı. İnsan evrimine ilişkin sosyalist kavramlar tüm Avrupa'ya yayıldı.

1859'da **Charles Darwin**, sürekli evrim ve değişikliğe ilişkin tarihsel bakış açısını biyolojik evrim kuramı olarak oluşturdu. 1860'a gelindiğinde, bilim alanlarındaki evrimci ve tarihsel yaklaşımlar, sürekli dinsel muhalefete karşın baskın görüşler olarak ağırlıklarını duyumsatmaya başladı. Tarihsel yaklaşım insan toplumlarının ilerlemesine de doyurucu açıklamalar getiriyordu.

Adım Adım Bilimsel Devrim*

Friedrich Engels

Antikitenin parlak doğa felsefesinin sezgilerine ve Arapların genellikle bir sonuca varmadan yok olup gitmiş tek tük fakat son derece önemli buluşlarına rağmen, doğada, tek başına bilimsel, sistematik ve çok yanlı bir gelişme sağlayan modern araştırmanın tarihi, bütün yakın tarih gibi, üzerimize o dönemde bir talihsizlik olarak çöken ve biz Almanların Reformasyon, Fransızların Rönesans, İtalyanların ise **Cinquecento** dedikleri o büyük çığırla başlar. Ne var ki, bu adların hiçbiri, o çığırı tam tamına anlatmamaktadır. Bu dönem, 15. yüzyılın ikinci yarısında zirveye ulaşmıştır. Krallık, kentlilerin de desteğiyle, feodal soyluluğun iktidarını yıkmış, temelde milliyetçiliğe dayanan büyük monarşiler kurmuştur. Bu monarşiler içinde modern Avrupa ulusları ve modern burjuva toplumu gelişmeye başlamıştır. Henüz kentlilerle soylular birbiriyle savaşırken, Alman Köylü Savaşı, sahneye sadece isyan halindeki köylüyü -artık bunun yeni tarafı yoktu- değil, fakat onların ardından, ellerinde kızıl bayraklar, dudaklarında malların ortak sahipliği isteği olan modern proletaryanın ilk örneklerini çıkararak, bir kâhin gibi, gelecekteki sınıf savaşına işaret etmiştir. Bizans'ın düşüşünden kalan elyazmalarında ve Roma'nın örenlerinden (harabelerinden) çıkarılan heykellerde, şaşırmış Batıya yepyeni bir dünya açıldı. Bu, Eski Yunan dünyasıydı. Bu dünyanın parlak biçimlerinin önünde ortaçağın hayaletleri ortadan silinip gitmişti; İtalya'da hayal edilemeyecek bir sanat doğdu.

---

* Okuyacağınız makale, Bilimsel Sosyalizmin kurucularından Friedrich Engels'in *Doğanın Diyalektiği* adlı yapıtının "Giriş" bölümünden alınmıştır (Sol Yayınları, Çev. Arif Gelen, 1. Baskı, Kasım 1970, s.31-44). Kendisi de Bilimsel Devrimin bir halkası olan Engels'in doğa bilimlerindeki büyük atılımın 400 yıllık serüvenini toplumsal gelişmelerle paralellik kurarak ele aldığı bu değerli metnin ilgiyle okunacağını düşünüyoruz. Daha önce okumuş olanlar için de bir anımsatma olacak. Metni okurken, Engels'in *Doğanın Diyalektiği* adlı eserini, 19. yüzyılın son çeyreğinde (1873'ten 1886'ya kadar olan süre içinde) yazdığını, yani o dönemin bilimsel düzeyi ile sınırlı olduğunu dikkate almak gerekir. Başlığı, spotu ve arabaşlıkları biz koyduk. Kelime, terim, kavram ve özel isim yazımlarında kitap bütünlüğünü dikkate alarak kimi değişiklikler yaptık.

Bu sanat klasik antikitenin yansıması gibiydi ve sonra hiçbir zaman, bir daha o sanata erişilemedi. İtalya'da, Fransa'da ve Almanya'da yepyeni bir edebiyat, ilk modern edebiyat ortaya çıktı; bundan kısa bir süre sonra İngiliz ve İspanyol edebiyatının klasik dönemi sökün etti. Eski **orbis terrarum**'un sınırları aşıldı, dünya ilk defa olarak gerçekten keşfedildi ve daha sonraki dünya ticareti ile elişçiliğinden imalat sanayisine dönüşümün temelleri atıldı, imalat sanayisi de modern büyük ölçüde üretim yapan sanayinin başlangıcı oldu. Kilise'nin insan zihnindeki diktatörlüğü yıkıldı. Bir yandan Cermen soyundan gelenler Kilise'nin diktatörlüğünü kaldırıp atarak Protestanlığı kabul ederken, öte yandan Latin soyundan gelenler arasında, Araplardan devralınan ve yeni yeni keşfedilen Yunan felsefesi tarafından beslenen özgür düşünce anlayışı gittikçe daha fazla kök salarak, 18. yüzyıl materyalizminin gelişini hazırladı.

Devrimin devleri

Bu, o zamana kadar insanlığın gördüğü en büyük ilerletici devrimdi; o, öyle bir zamandı ki, devlere gereksiniyordu ve bu devleri yarattı - düşünce, hırs ve karakter gücünde, evrensellikte ve öğrenmede devler. Modern burjuva iktidarını kuran insanlar, burjuva sınırlamalarından başka herhangi bir sınırlamayla karşı karşıya değildi. Tam tersine, zamanın serüvenci niteliği onları az veya çok etkiliyordu. O zaman yaşayan önemli kişiler arasında, geniş ölçüde seyahat etmemiş, dört ya da beş dilden azını bilmeyen, birçok alanda parlamamış olanını bulmak güçlükle mümkündü. Leonardo da Vinci sadece büyük bir ressam değil, aynı zamanda büyük bir matematikçi, mekanikçi ve mühendisti. Fiziğin değişik dalları önemli buluşlarını ona borçludur. Albrecht Dürer, ressam, oymacı, heykeltıraş ve mimardı. Ayrıca istihkâm yapma konusunda birçok fikirleri kendinde toplayan bir sistem bulmuştu. Çok sonraları, Montalembert ve modern Alman istihkâmcılığı tarafından onun fikirleri yeniden ele alınmıştır. Machiavelli bir devlet adamı, tarihçi, şair ve aynı zamanda modern zamanların dikkate değer ilk askeri yazarıydı. Luther, sadece Kilise'deki Augean seyislerini temizlemekle kalmamış, Alman dilindeki Augean seyislerini de silip süpürmüştü; modern Alman nesrini yaratmış, 16. yüzyılın Marseillaise'i haline gelen ve zafere duyulan güvenle dolup taşan ilâhinin sözlerini yazmış, müziğini bestelemişti.(1) O zamanın kahramanları henüz, onlardan sonrakilerde tek yanlılığa yol açan sınırlayıcı etkilerini sık sık gördüğümüz işbölümünün tutsağı olmamışlardı. Fakat onların karakteristiği, özellikle, hemen hepsinin yaşadığı süre içinde eylemlerini çağdaş hareketler içinde pratik mücadelede sürdürmüş olmalarıdır; cephelerini belli etmişler, kimi konuşarak ve yazarak, kimi kılıçla, kimi de her ikisiyle birlikte savaşa girmiştir. Onları tam adam yapan karakter gücü ve tamlığı budur. Parmaklarının ucunu dahi yakmak istemeyen temkinli okumuşlar ve ikinci üçüncü sıradan insanlar, bunun dışındadır.

---

1) Engels, Luther'in "Ein feste Burg ist unser Gott" ("Tanrı bizim sağlam kalemizdir") adlı korosuna değiniyor. *Zur Geschichte deri Religion und Philosophie in Deutschland* (Almanya'da Dinin ve Felsefenin Tarihi Üzerine) adlı eserinin ikinci kitabında Heine bu koroyu "Reformasyonun Marseillaise'i" diye adlandırıyor.

Doğa bilimlerinin büyük atılımı

O sıralarda doğa bilimi de genel bir devrimin içinde gelişmiş ve bilimin kendisi de devrimci bir bilim olmuştur; gerçekten bu bilim, mücadelede kendi yaşama hakkını kazanmak zorundaydı. Modern felsefenin kendileriyle birlikte başladığı büyük İtalyanların yanı sıra doğa bilimi de Engizisyonun zindanlarında ve kazıklarında şehitlerini vermiştir. Ve doğanın serbestçe incelenmesine karşı çıkmakta Protestanların Katoliklere bakarak kraldan çok kralcı kesilmeleri ilgi çekicidir. Calvin, Servetus'un kan dolaşımını bulma noktasına geldiğini anlayınca onu, iki saat canlı canlı ateşte kızartmış, yaktırmıştır; Engizisyon, en azından, Giordano Bruno'yu hiç değilse yakarak tatmin olmuştur.

Kopernik, ürkek de olsa, doğa meselelerinde, kilise otoritesine, ölüm yatağında iken yayımlanan ölümsüz eseriyle sert bir şamar indirmiş, doğa biliminin bağımsızlığını ilan eden bu devrimci hareket ile, Luther'in Papalık Buyruğunu yakması sanki tekrarlanmıştır.(2) Doğa biliminin teolojiden kurtuluşu bu tarihten başlar, buna rağmen, bazı karşılıklı iddialar günümüze kadar süregelmiştir ve birçok zihinden çıkmış değildir. Ne var ki, o zamandan beri bilimlerin gelişmesi dev adımlarla olmuştur ve denebilir ki, hareket noktasından itibaren (zaman içindeki) mesafenin karesi oranında güç kazanmıştır. Bundan sonra, organik maddenin en yüce ürünü olan insan beyni için, hareket yasasının, değişen şartlar altında değerini yitirmediği, inorganik madde için ise bunun tersi olduğu, sanki dünyaya gösterilecekti.

Doğa biliminin bu ilk döneminde temel mesele, o anda elde bulunan malzemeyi iyice öğrenmekti. Birçok alanda, işe en baştan başlanması zorunluydu. Antikite Euclid ve Ptolemy'nin Güneş Sistemi'ni, Araplar ondalık sistemini, ilk cebir bilgilerini, modern sayıları ve simyayı miras bırakmışlardı; Hıristiyan ortaçağ ise hiçbir şey… Bu durumda en ilkel doğa bilimi olan yer ve gökcisimleri mekaniği ve onunla birlikte, bu bilimin yardımcısı olan matematik yöntemlerin bulunması ve geliştirilmesi, ister istemez ilk sırayı aldı. Bu alanda büyük işler başarıldı. Newton'la Linnaeus'un kişilikleriyle karakterize ettikleri bu dönemin sonunda, bu bilim dallarının belli bir aşamaya getirildiğini görüyoruz. Belli başlı matematik yöntemlerin, özellikle Descartes ile analitik geometrinin, Napier ile logaritmanın, Leibniz ve muhtemelen Newton ile diferansiyel ve entegral hesapların temelleri atıldı. Katı cisimler mekaniği aynı biçimde değerini yitirmedi ve bu mekaniğin temel yasaları bir kere daha aydınlatıldı. Nihayet Güneş Sistemi astronomisinde Kepler, gezegen hareketi yasalarını buldu ve Newton, maddenin hareketi genel yasaları açısından, bunları formüle etti. Doğa biliminin öteki dalları, bu geçici sonuçtan dahi uzak kalmıştı. Ancak dönemin sonlarına doğru, sıvı ve gaz cisimler mekaniği ele alınmıştı.(3) Fizik, henüz ilk adımlarının ötesine geçmiş değildi. Optik bunun dışındaydı. Optiğin istisnai

---

2) Kopernik, Güneşmerkezli dünya sistemini ortaya koyduğu ve henüz basılmış olan *De revolutionibus orbium coelestium* (Göksel Kürelerin Devinimi) adlı kitabının bir kopyasını aldığı gün, 24 Mayıs (eski usulde) 1543'te ölmüştü.

3) Elyazmasının kenarına Engels kurşunkalemle şu notu koymuştur: "Alp nehirlerinin kontrolüne ilişkin olarak Torricelli."

gelişimi, astronominin pratik gereksinmelerinden ileri gelmekteydi. Kimya, filojistik kuram sayesinde[4], ilk defa olarak simyadan kurtulmaktaydı. Jeoloji, henüz mineralojinin ilkel (embriyonik) aşamasının ötesine geçememişti; bu durumda henüz paleontoloji diye bir şey var olamazdı. Nihayet biyoloji alanında, esaslı zihin çalışması henüz, sadece botanik ve zoolojik değil, fakat aynı zamanda anatomik ve fizyolojik geniş bilgileri toplama ve ilk eleme noktasındaydı. Henüz değişik hayat biçimlerine, bunların coğrafyaya, iklime vb. bağlı dağılışlarının ve varlık şartlarının incelenmesine ilişkin görüşlere rastlamak düşünülemezdi. Bu alanda sadece botanik ve zooloji aşağı yukarı bir tamlığa ulaşmıştı ve bunu Linnaeus'a borçluydu.

Taşlaşmış doğa görüşü

Fakat bu dönemi özellikle karakterize eden şey, kendine özgü bir genel görüşü geliştirmesidir. Bu genel görüşün temel noktası **doğanın mutlak değişmezliği** anlayışı idi. Doğa, varlığa hangi şekilde kavuşmuş olursa olsun, bir kere var olduktan sonra, varlığı devam ettikçe olduğu gibi kalmıştır. Başlangıçta esrarlı bir "ilk güç"le harekete geçirilen gezegenler ve onların uyduları, her şey sona erinceye kadar, önceden kararlaştırılmış elipsleri üzerinde ebediyen dönmeye devam ederler. Yıldızlar, "evrensel bir çekim"in etkisi sebebiyle, biri ötekini tutarak, bulundukları yerde sabit ve hareketsiz olarak ebediyen kalırlar. Dünya ezelden beri, ya da yaratılışının ilk gününden bu yana (duruma göre) değişmeksizin aynı kalmıştır. İnsan eliyle yapılan değişiklik ve nakiller dışında, bugünün "beş kıta"sı eskiden beri mevcuttu, bu kıtalar aynı dağlara, aynı vadilere, aynı ırmaklara, aynı iklime, aynı bitki ve canlılara, eskiden beri her zaman sahip olmuştu. Bitki ve hayvan türleri var oluşlarında her zaman için yaratılmışlardı; tür, sürekli olarak kendi benzerini üretmişti ve yeni türlerin şurada ya da burada, birbirine aşılanma sonucunda ortaya çıkabileceklerini kabul etmekle Linnaeus çok ileri gitmişti. İnsanlık tarihinin zaman içinde gelişmesine karşılık doğa tarihi için ancak mekân içinde bir açılma tespit edilmişti. Doğadaki bütün değişiklikler, bütün gelişmeler reddediliyordu. Başlangıçta devrimci olan doğa bilimi, birdenbire kendini, bütün bütün tutucu hale gelmiş bir doğa karşısında buluverdi. O doğada bugün dahi her şey, başlangıçta nasıl idiyse yine öyle idi ve her şey, dünyanın sonuna ya da ebediyete kadar, başlangıçta nasıl idiyse öyle kalacaktı.

18. yüzyılın ilk yarısında doğa bilimi, bilgide ve hatta eldeki malzemenin incelenmesinde Yunan antikitesinden daha üstün bir düzeydeydi, ancak bu malzemenin düşünsel kavranması yani genel doğa görüşü bakımından Yunan antikitesinin altında bulunuyordu. Yunan filozofları için dünya aslında kaostan çıkmış, gelişmiş ve hayata ulaşmış bir şeydi. Ele aldığımız dönemin

---

4) 18. yüzyıl kimyacıları ateşlenmeyi, ateşlenebilir cisimlerde filojiston maddesinin bulunmasına yüklüyorlardı. Bu maddeyi taşıyan cisimlerin onu yanma sırasında bıraktığını sanıyorlardı. Ama bilindiği gibi, filojistik kuramın savunucuları fiziksel bakımdan saçma bir ağırlığı bulunan filojistona dalmışlardı. Ateşlenme sürecini yanan bir maddenin oksijenle birlikte gösterdiği tepki diye doğru olarak açıklamış bulunan Fransız kimyacısı Lavoisier tarafından bu kuramın mümkün olmadığı ispatlanmıştır. Filojistik kuramın zamanında oynadığı yararlı rol, "*Anti-Dühring*'e Eski Önsöz"ün sonunda Engels tarafından belirtilmiştir. Kendisi bu kuramı, *Kapital*'in ikinci cildine yazdığı önsözde geniş olarak ele alır.

doğa bilginleri için ise dünya kemikleşmiş, değişmez bir şeydi ve bunların çoğuna göre de bir hamlede yaratılmıştı. Bilim henüz teolojinin ağı içindeydi. Her yerde nihai sebebi, bizzat doğanın kendisi tarafından açıklanamayacak bir dış güçte arıyor, bir dış güçte buluyordu. Eğer Newton'un büyük bir azametle "evrensel çekim" adını verdiği yerçekimi, maddenin temel özelliği olarak anlaşılırsa, o takdirde, gezegenlerin yörüngesini yaratan izah edilmemiş teğetvari güç nereden geliyordu? Sayısız hayvan ve bitki türleri nasıl çıkmıştı? Ve bütün bunların hepsinin üstünde, ezelden beri mevcut olmadığı kesin olduğuna göre, insan nasıl ortaya çıkmıştı? Bütün bu tür sorulara sadece doğa bilimi, her şeyden sorumlu bir yaratıcı yaparak cevap veriyordu. Dönemin başında Kopernik teolojiyi reddetmişti; Newton, bu dönemi, ilahi bir ilk güç önermesiyle kapattı. Bu doğa biliminin ulaştığı en yüksek genel fikir, doğanın belli bir amaca göre düzenlendiği fikriydi. Wolff'un bu yüzeyde kalan teleolojisine göre kediler fare yemek için, fareler kediler tarafından yenmek için ve bütün doğa, yaratıcının aklına tanıklık etmek için yaratılmıştı. O zamanın felsefesinin yaptığı en itibarlı iş, kendisinin, çağdaş sınırlı doğa bilgisi tarafından yanlış yola saptırılmasına müsaade etmemesi ve -Spinoza'dan büyük Fransız materyalistlerine kadar- dünyayı, dünyanın kendisiyle açıklamakta direnmesi ve ayrıntılı yargılara varmayı geleceğin doğa bilimine bırakmasıdır.

18. yüzyılın materyalistlerini de ben bu dönem içinde düşünüyorum. Zira onların elinde, yukarda belirtilenlerin dışında, kullanabilecekleri doğaya ilişkin bilimsel malzeme bulunmuyordu. Kant'ın çığır açan çalışması, onlar için bir sır olarak kaldı ve Laplace onlardan çok sonra geldi.(5) Unutmamalıyız ki, bilimin gelişmesiyle yavaş yavaş elenmiş olan, bu modası geçmiş doğa görüşü, 19. yüzyılın ilk yarısında tamamen egemen olmuştur(6) ve esasında, bugün dahi bütün okullarda öğretilir.(7)

---

5) Kant'ın Güneş Sistemi'nin bir nebülözden meydana geldiğini ileri süren varsayımı şu eserde ortaya konur: I. Kant, *Evrensel Doğa Tarihi ve Gökyüzü Kuramı ya da Newton İlkelerine Göre Evrenin Yapısının ve Mekanik Kökeninin Geçici Bir Tanımlaması*, Königsberg ve Leipzig, 1755. Kitap anonim bir yayındı.
Laplace tarafından geliştirilen Güneş Sistemi'nin meydana gelişi varsayımı önce onun *Dünya Sisteminin Açıklaması* eserinin son bölümünde anlatılıyordu. Kitabın 6. basımında (1835) bu sonuncu kısım Laplace'ın yaşadığı sırada basım için hazırlanmıştı ve varsayım 7. basım biçiminde ve esere bir not olarak ortaya konur.
1864'de İngiliz astronomu William Huggins, uzayda Kant ve Laplace'ın nebülöz varsayımında belirtilen ilk nebülöze benzer ısıtılmış gaz halindeki maddelerin varlığını tahlil yolu ile ispatladı. Huggins, 1859'da G. Kirchhoff ve R. Bunsen'in geliştirdiği bir spektral analiz metodundan yararlandı.

6) Elyazmasının kenarında kurşunkalemle yazılmış şöyle bir not var: "Doğa üzerindeki eski görüşün katılığı, bütün doğa bilimlerinin tek bir bütün olarak anlaşılmasına yol açan bir inancın temellerini yaratmıştır. Hâlâ salt mekanik Fransız ansiklopedistler; daha sonra, Hegel tarafından tamamlanan, St. Simon ve Alman doğa felsefesi."

7) Bilimsel başarıları, bu görüşü ortadan kaldırmak gerekirken, o bilimsel başarılarıyla hayli önemli bir malzeme sağlamış olan bir insanın hatta 1861'de bu görüşe nasıl inatla sarılabileceği, şu klasik sözlerde görülebilir: "Güneş Sistemimizin düzenlenişi, anlayabildiğimiz kadarıyla, mevcut olan şeyi ve değişmez sürekliliği koruma amacına yönelmiştir. En eski zamanlardan beri yeryüzündeki hiçbir hayvanın ve hiçbir bitkinin daha mükemmel ya da herhangi bir biçimde farklı olmaması gibi, bütün organizmalarda birbirini izleyen değil, birbirinin yanı sıra yer alan aşamalar bulmamız gibi, kendi soyumuzun vücutça her zaman aynı kalması gibi - bir arada var olan göksel cisimlerdeki en büyük farklılıklar bile bize, bu biçimlerin yalnızca gelişmenin farklı aşamaları olduğunu düşünmemiz hakkını vermez; bu daha çok yaratılan her şeyin kendi içinde aynı derecede mükemmel olmasıdır."

Kant ilk gediği açıyor

Bu taşlaşmış doğa görüşünde ilk gedik bir bilimadamı tarafından değil, bir filozof tarafından açılmıştır. 1755'de Kant'ın *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* adlı yapıtı yayımlanmıştı. İlk güç sorunu ortadan kaldırılmıştı; dünya ve tüm Güneş Sistemi zaman içinde **hayata kavuşan** bir şey olarak ortaya çıkıyordu. Eğer doğa bilginlerinin büyük çoğunluğu, Newton'un ifade ettiği, "Fizik, metafizikten sakın!"(8) uyarısı üzerinde düşünmekten bir parça daha az iğrenselerdi, Kant'ın bu tek parlak buluşundan sonuçlar çıkarmaya yönelebilirlerdi ve böylece sonsuz sapmalardan ve yanlış yolda harcanmış büyük bir zaman ve emek kaybından kendilerini korurlardı. Zira Kant'ın buluşu, daha sonraki bütün gelişmelerin hareket noktasını kapsamına almaktaydı. Eğer dünya hayata kavuşmuş bir şey ise, o takdirde dünyanın şimdiki jeoloji, coğrafya ve iklim durumu, aynı şekilde bitkileri ve hayvanları da hayata kavuşmuş bir şey olmak zorundaydı; onun sadece mekân içinde bir arada oluşunun değil, aynı zamanda zaman içinde sürüp gidişinin de bir tarihi bulunmak zorundaydı. Eğer bir defa bu yönde daha ileri incelemelere kararlı olarak başlansaydı, şimdi doğa bilimi, olduğundan, dikkate değer ölçüde ileri giderdi. Fakat felsefeden ne yarar gelebilirdi ki? Kant'ın eseri ilk anda herhangi bir sonuç vermedi, yıllar sonra Laplace ve Herschel bu eserin kapsamını açıkladılar ve bu kapsama daha derin bir temel kazandırdılar, böylece "nebülöz varsayımını" (yıldız ve gezegenlerin bulut biçiminde bir madde yığınından oluştuğu varsayımını ç.) yavaş yavaş şerefli bir duruma getirdiler. Daha sonraki buluşlar bu varsayımı zafere götürdü. Bu buluşların en önemlileri şunlardı: Sabit yıldızların kendine özgü hareketlerinin keşfi; evrensel mekânda bir direnç ortamı bulunduğunun ortaya konuşu; evren maddesinin kimyasal özdeşliğini ve Kant'ın önerdiği üzere, kor haline gelmiş nebülözün mevcudiyetini ortaya koyan spektral analizi yoluyla desteklenmiş kanıt.(9)

Adım adım "değişim" düşüncesine…

Bir başka yerden destek alan, doğanın salt **var olmadığı**, fakat **hayata kavuştuğu** ve sonra **öldüğü** yollu kavram ortaya çıkmasaydı, doğa bilginlerinin büyük bir kısmının, değişen bir dünyanın değişmeyen organizmalar yaratmasındaki çelişkinin bilincine, kısa bir süre içinde varıp varamayacaklarından şüphe etmek gerekirdi. Jeoloji ortaya çıkmış ve sadece biri ötekinden sonra

---

(Madler, *Populare Astronomie*, Berlin, 1861, 5. baskı, s. 316.) [Engels'in notu]

8) Engels, Newton'un *Mathematical Principles of Natural Philosophy* adlı temel eserinin 2. Baskısının sonunda belirttiği düşünceyi göz önüne alıyor. "Bundan dolayı" diye yazıyordu Newton, "gökyüzünün ve denizin olaylarını yerçekimi gücü ile açıklamakla birlikte, bu gücün sebebini henüz saptamadık…" Newton yerçekiminin bazı özelliklerini saydıktan sonra şöyle devam ediyor: "Ama bundan dolayı da yerçekiminin bu özelliklerinin sebebini olaylardan ortaya çıkaramadım ve bir varsayım veremedim; çünkü olaydan çıkarılamayan şeylere varsayım deniyor. İster metafiziksel ya da fiziksel, ister niteliklerle ilgili ya da mekaniksel olsun, varsayımların deneysel felsefede yeri yoktur. Bu felsefede özel önermeler olaylardan çıkarılır ve daha sonra da tümevarımla genel olarak belirtilirler."
Hegel, Newton'un bu sözlerine dayanarak *Felsefi Bilimler Ansiklopedisi* eserinde şöyle diyordu: "Newton… metafizikten sakınması için fiziğe uyarıda bulundu,"

9) Elyazmasının kenarına kurşunkalemle şu not konmuştur: "Yine Kant'tan, met ve cezir'in (gelgit'in) dönüşü geciktirdiği esası da şimdi anlaşılmıştır."

biçimlenmiş ve biri ötekinin üstüne gelmiş dünya katlarını göstermekle kalmamış, aynı zamanda bu dünya katları arasında artık soyu tükenmiş hayvanların iskeletleri ve kabukları ve artık var olmayan bitkilerin gövdeleri, yaprakları ve meyveleri bulunduğunu da ortaya koymuştur. Bir bütün olarak sadece dünyanın değil, aynı zamanda onun şimdiki yüzeyinin ve bu yüzeyde yaşayan bitki ve hayvanların da zaman içinde bir tarihi olduğunu kabul etme kararına varılmıştır. Bu teslimiyet, önce, hayli gönülsüz olmuştur. Cuvier'in, dünyanın değişimi (**revolutions of the earth**) kuramı, sözde devrimci, fakat özde tutucu idi. Cuvier, mucizeyi doğanın hâkim mekanizması haline getirerek, bir tek ilahi yaratmanın yerine, birbiri ardınca gelen bir dizi yaratma hareketini koymuştur. Lyell, ilk defa jeolojide, yaratıcının mizacına bağlı ani değişiklik yerine, dünyanın yavaş yavaş oluşumunun derece derece artan etkileri anlayışını getirmiştir.(10)

Lyell'in kuramı, kendisinden önce gelenlerden herhangi birinin kuramına göre, değişmez organik türler varsayımı ile daha çok uyuşmazlık gösteriyordu. Dünya'nın yüzeyinin ve bütün hayat şartlarının derece derece biçimlenişi, organizmaların biçimlenişinin ve değişen çevreye uymalarının derece derece olduğu [fikrine ç.], türlerin değişebilirliği [fikrine -ç.] götürdü. Fakat gelenek, sadece Katolik Kilisesi'nde değil, aynı zamanda doğa biliminde de bir güçtür. Yıllar yılı Lyell çelişkiyi görmedi, onun öğrencileri de henüz yeterli ölçüde göremiyorlar. Bu, sadece, bir süreden beri doğa bilimine egemen olan ve her kişiyi, az çok kendi alanına bağlayan işbölümü ile açıklanabilir. O zaman, kapsamlı bir görüşten yoksun olanların sayısı pek azdı.

Bu arada fizik, güçlü bir gelişime ulaşmıştı. Doğa biliminin bu dalında yeni bir çığırın başlangıcı olan 1842 yılında, fiziğin vardığı sonuçlar, üç ayrı kişi tarafından, hemen hemen kendiliğinden toparlanıp özetlenmişti. Heilbronn'da Mayer ve Manchester'de ise Joule, ısının mekanik güce ve mekanik gücün ısıya dönüşümünü ortaya koydular. Isının mekanik eşdeğerliliğinin tespiti, bu sonucu kesinleştirdi. Meslekten doğa bilgini değil bir avukat olan İngiliz Grove(11) da fiziğin o zamana kadar ulaştığı sonuçlar üzerinde kendi başına ve ötekilerden ayrı çalışarak, fizik güçler denen şeylerin, mekanik gücün, ısının, ışığın, elektriğin ve mıknatısıyetin, hatta gerçekte kimyasal güç denen şeyin, belli şartlar altında, herhangi bir güç kaybına uğramaksızın birbirine dönüştüğünü kanıtladı. Böylece, Descartes'ın şimdi dünyada mevcut hareket niceliğinin değişmez olduğu yolundaki ilkesini de fiziksel olarak kanıtladı. Bununla, özel fizik güçler, fiziğin güya değişmez "türleri", maddenin, belli yasalara göre, birbirine geçen değişik, farklı hareket biçimlerine ayrıldı. Şu ya da bu bir dizi fizik gücün varlığının tesadüfi olduğu [görüşü ç.], bu güçlerin iç bağlantısı

---

10) Lyell'in görüşünün eksikliği -hiç değilse ilk biçiminde- dünyada hareket halinde olan güçleri, hem nitelik, hem nicelik yönünden değişmez olarak düşünmesindedir. Onun yönünden dünya sakin değildir; dünya belli bir yönde gelişmez, belli bir sonuca götürmeyen tesadüfi bir yolda değişir. [Engels'in notu.]

11) Grove'un *The Correlation of Physical Forces* adlı eseri ilk önce 1846'da basıldı. Eser, Grove'un Londra Enstitüsü'nde Ocak 1842'de verdiği ve kısa bir süre sonra yayımlanan bir konferansına dayanıyordu. Engels, bunun, 1855'te Londra'da yayımlanan 3. baskısından yararlandı.

ve dönüşümünün kanıtlanmasıyla bilimden çıkarılıp atıldı. Kendisinden önce astronomide olduğu gibi, fizik, nihai karar olarak, hareket halindeki maddenin ebedi devrine zorunlu biçimde ulaşan bir sonuca vardı.

Lavoisier'den ve özellikle Dalton'dan bu yana kimyanın fevkalade bir hızla gelişimi, doğa hakkındaki eski fikirlerin üzerine, bir başka yönden hücum etti. O zamana kadar sadece yaşayan organizma içinde üretilen inorganik karışımın yapılması, kimya yasalarının, organik varlıklar için olduğu kadar inorganik varlıklar için de geçerli olduğunu kanıtladı ve inorganik ve organik doğa arasındaki uçuruma, Kant'ın dahi aşılamaz gördüğü uçuruma, geniş ölçüde bir köprü kuruldu.

Nihayet, biyolojik araştırma alanında da son yüzyılın [yani 18. yüzyılın] ortalarından itibaren düzenlenen bilimsel geziler, Avrupa'nın dünyanın dört bir köşesindeki sömürgelerinin, orada yaşayan uzmanlar tarafından daha derin keşfedilmesi ve bütün bunların üstünde genellikle paleontoloji, anatomi ve fizyolojideki gelişmeler ve özellikle mikroskobun kullanılması ve hücrenin keşfi, karşılaştırma yönteminin uygulanmasını mümkün ve aynı zamanda vazgeçilmez hale sokan bir yığın malzemenin toplanmasını sağladı.(12) Bir yandan, değişik bitki ve hayvanların hayat şartları karşılaştırmalı fiziki coğrafya yoluyla ortaya kondu, öte yandan birbirine benzer organlara göre, değişik organizmalar birbiriyle karşılaştırıldı ve bu, organizmaların sadece olgunluk şartlarında değil, fakat gelişmelerinin bütün aşamalarında yapıldı. Bu araştırma daha derin ve daha kesin bir hal aldıkça, organik yapıya sıkı sıkıya yapışmış katı değişmezlik sistemi de giderek yıkıldı. Sadece farklı bitki ve hayvan türleri gittikçe ayrılmaz şekilde, birbirine karışmış hale gelmekle kalmadılar, o zamana kadarki bütün sınıflamaları anlamsız hale getiren *Amphioxus* ve *Lepidosiren*(13) gibi hayvanlar da bulundu(14) ve nihayet, bitki ya da hayvan âleminden hangisine ait olduğu belirlenemeyen organizmalara rastlandı. Paleontolojideki boşluklar, bir bütün olarak organik dünyanın gelişim tarihi ile bireysel organizmin gelişim tarihi arasında çarpıcı paralelliğin doğruluğunu, botanik ve zoolojinin içinde gittikçe kaybolacakmış gibi göründüğü labirentin çıkış yolunu gösteren Ariadne'nin ipliğinin(15) hakkını vermeye en gönülsüzleri dahi zorlayarak dolduruldu. Kant'ın, Güneş Sistemi'nin ebedi ve ezeli oluşu [fikrine ç.] saldırıya geçişi ile hemen hemen aynı yıllarda, 1759'da, C. F. Wolff'un da türlerin sabitliği [fikrine ç.] karşı bir saldırıyı başlatmış ve soy kuramını ortaya koy-

---

12) Elyazmasının kenarına kurşunkalemle "Embriyoloji" eklenmiştir.

13) ***Amphioxus*** **(Neşter Balığı):** Küçük (5 cm kadar uzunluğunda) balığa benzer bir hayvan, çeşitli denizlerde ve okyanuslarda (Hint Okyanusu, Pasifik Okyanusu'nun Malaya Adalar Grubu ve Japonya kıyılarında, Akdeniz'de, Karadeniz'de v.) görülür; omurgasızlarla omurgalılar arasındaki geçiş biçimini temsil eder.
Lepidosiren: Güney Amerika'da yaşayan, akciğerli balıklardan ya da çift yanlı soluk alanlardan, yani hem ciğerleri ve hem de solungaçları bulunan balıklardandır; hayatının büyük kısmını su dışında geçirir.

14) Elyazmasının kenarına kurşunkalemle "*Ceratodus*, keza *Archaeop feryx*, vb."[18] eklenmiştir.

15) Ariadne'nin ipliği: Yunan mitolojisine göre, Minos'un kızı Ariadne, Theseus'u labirentten kurtarmak için, ona bir ip yumağı vermiş ve Theseus' la birlikte kaçmıştır, ancak Theseus Ariadne'yi terk etmiştir.

muş[16] olması dikkat çekicidir. Fakat onun davasında parlak bir umut olan şey, Oken'in, Lamarck'ın ve Baer'in elinde kesin şeklini almış ve tam 100 yıl sonra 1859'da Darwin tarafından zafere ulaştırılmıştır.[17] Hemen hemen aynı zamanda, bütün organizmaların nihai morfolojik parçası oldukları esasen ortaya konmuş olan protoplazma ile hücrenin, organik hayatın en basit biçimi oldukları kanıtlanarak kendi başlarına, canlı haldeki varlıkları gösterilmiştir. Bu, organik ve inorganik doğa arasındaki uçurumu asgariye indirmekle kalmamış, aynı zamanda, daha önce, organizmaların soy kuramının karşısına çıkan güçlüklerden en esaslısını ortadan kaldırmıştır. Yeni doğa görüşü, belli başlı özelliklerinde tamdı: Bütün katılıklar giderilmişti, bütün sabitlik ortadan kaldırılmıştı, ebedi olarak görülen bütün özellikler geçici hale gelmişti, doğanın tümünün, ebedi akım ve döngüsel bir gidiş içinde hareketli bir şey olduğu gösterilmişti.

Böylece, Yunan felsefesinin büyük kurucularının görüş tarzına, kum zerreciklerinden güneşlere, Protista'dan[18] insana kadar, doğanın tümünün, ezeli ve ebedi hayata geliş ve gidişte, kesintisiz bir akımda, bitmek bilmez bir hareket ve değişim içinde varlığa sahip olduğu görüşüne, bir kere daha dönmüş oluyoruz. Sadece esaslı bir fark var: Yunanlılarda parlak bir sezgi olan şey şimdi bizim meselemizde, deneyle pekiştirilmiş kesin bir bilimsel araştırmanın sonucudur ve daha kesin, daha açık biçimde ortaya çıkmaktadır. Bu döngüsel gidişin deneysel (ampirik) kanıtının boşlukları olduğu doğrudur, fakat, kesinlikle ortaya konan şeylere bakışla bu boşluklar önemsizdir ve her geçen yıl [bu boşluklar ç.] doldurulmaktadır. Ve bilimin en önemli dallarının -gezegenler ötesi astronominin, kimyanın, jeolojinin- yalnızca bir yüzyıllık bilimsel bir varlığa sahip olduğu, fizyolojideki karşılaştırmalı yöntemin sadece 50 yıllık bir geçmişi bulunduğu ve hemen hemen tüm organik gelişmenin temel biçimi hücrenin keşfinden bu yana 40 yıl dahi geçmediği düşünülürse, ayrıntılardaki kanıtta boşluklar olmasını olağan karşılamak gerekmez mi?

---

16) 1759'da C. F. Wolff, epigenez kuramını desteklemek için bilimsel kanıt sağlayan ve preformasyon öğretisini çürüten "Kuşak Kuramı" tezini yayımladı. Preformasyon, yetişkin organizmanın çekirdek hücresinde örcedoen biçimlenmesi demektir. 17. ve 18. yüzyılın biyologları arasında yaygın olan metafiziksel preformizm görüşüne göre, yetişkin organizmanın her kısmı, çekirdek hücreye indirgenmiş biçimde önceden vardır ve bundan dolayı gelişme, önceden var olan organların niceliksel büyümesidir; kelimenin tam anlamında, yeni biçimleşme ya da epigenez asla olmaz. Epigenez kuramı Wolff'tan Darwin'e kadar birçok önde gelen biyologlar tarafından geliştirilmiş ve desteklenmiştir.

17) *On The Origin of Species*, 24 Kasım 1859'da yayımlandı.

18) Protista, Haeckel'in sınıflandırmasına göre, tekhücreli ve hücresizlerden meydana gelen ilkel organizmaların yaygın bir grubudur ve bitkilere ve hayvanlara ek olarak organik hayatın üçüncü dalını meydana getirir. Protista terimi Haeckel tarafından icat edildi ama bilimde yerleşmedi. Bugün Haeckel'in protista olarak gördüğü organizmalar ya bitkiler ya da hayvanlar olarak sınıflandırılır.

II. Bölüm

Bilimsel Devrimin Başyapıtları

De Revolutionibus

Nikola Kopernik


NICOLAI
COPERNICI TO-
RINENSIS DE REVOLVTIONI-
bus orbium cœlestium,
Libri VI.

IN QVIBVS STELLARVM ET FI-
XARVM ET ERRATICARVM MOTVS, EX VETE-
ribus atque recentibus obseruationibus, restituit hic autor.
Præterea tabulas expeditas luculentasque addidit, ex qui-
bus eosdem motus ad quoduis tempus Mathe-
matum studiosus facillime calcu-
lare poterit.

ITEM, DE LIBRIS REVOLVTIONVM NICOLAI
Copernici Narratio prima, per M. Georgium Ioachi-
mum Rheticum ad D. Ioan. Schone-
rum scripta.

& Priuilegio Cæs. Maiest.
S, EX OFFICINA
RICPETRINA.

Kopernik ve anıtsal yapıtı*

Ord. Prof. Dr. Aydın Sayılı

Kopernik insan düşüncesine yeni ufuklar açmış, bilime yaptığı somut katkılarıyla bilim tarihinde yeni bir aşama yaratmış, insanın evreni daha iyi anlayıp kavraması yolunda kalburüstü bir başarıyı adeta bir sıçrayış süreciyle oluşturmuştur. Kopernik'in ne yaptığını özü ve ana çizgileriyle hepimiz biliyoruz. O, Yermerkezli bir kozmoloji yerine Güneşmerkezli bir evren görüşü getirmiştir.

Bilime katkısının ne olduğunu, konunun teknik ayrıntılarına girmeden böylece özetleyip ifade etmek kolay olduğundan, Kopernik de, örneğin Galilei ile Harvey ve Kepler gibi, bilim ve düşünce alanında insan anlayış ve kültürünü

* Bu yazı, Nikola Kopernik'in doğumunun 500. yıldönümü dolayısıyla UNESCO Türkiye Milli Komisyonu'nun 19 Şubat 1973'de düzenlediği anma töreninde Ord. Prof. Dr. Aydın Sayılı'nın yaptığı konuşmanın metnidir. Komisyon, bu ve toplantıdaki diğer sunuşları içeren bir kitap yayımladı (*Nikola Kopernik*, UNESCO Türkiye Milli Komisyonu, Beşnur Matbaası, Ankara, 1973). Metni bu kitaptan aldık, Sayılı'nın üslubuna dokunmadan bazı sözcükleri günümüz Türkçesine uyarladık; özel isimler, terim ve kelime yazımlarında kitaptaki bütünlüğü dikkate alarak kimi değişiklikler yaptık ve arabaşlıkları biz koyduk. Astronomiye ilişkin bazı teknik terimlerin anlamını ilk geçtikleri yerde parantez içinde verdik.
Bu vesileyle ülkemizin yetiştirdiği büyük biliminsanlarından Aydın Sayılı hakkında da kısaca bilgi vermek istiyoruz. 1913 yılında İstanbul'da doğan Aydın Sayılı, üniversite eğitimini dünyanın seçkin bilim kurumlarından birisi olan Harvard Üniversitesi'nde, bilim tarihini bağımsız bir akademik disiplin haline getiren ünlü bilim tarihçisi George Sarton'un öğrencisi olarak gerçekleştirmiştir. Sayılı 1942 yılında doktorasını tamamlamıştır ve bu bilindiği kadarıyla dünyada ilk bilim tarihi doktora derecesidir. Sayılı, 1943'te Türkiye'ye dönmüş ve Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi'nde ilmi yardımcı olarak akademik kariyerine başlamıştır. Yaklaşık üç yıl sonra, Fakülte, Ankara Üniversitesi'ne bağlanmış ve Sayılı, 1946'da bu fakültede doçent, 1952'de profesör ve 1958'de ordinaryüs profesör olmuştur. 1955 yılında, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi'nde, resmen bağımsız bir bilim tarihi kürsüsü kurulmuştur. Bu kürsü, dünyada kurulan ilk bilim tarihi kürsülerinden biridir. Kuruluşundan, emekliye ayrıldığı 1983 yılına kadar bu kürsünün başkanlığını yürütmüş olan Sayılı, aynı zamanda 1974'ten itibaren idari bir birim olarak kurulmuş olan Felsefe Bölümü'nün de başkanlığını üstlenmiştir. Bilim tarihi alanında sayısız eser veren Aydın Sayılı 1993 yılında hayata gözlerini yummuştur. Bu değerli biliminsanımızı saygıyla anıyoruz.

bir anda yeni düzeylere eriştirmiş kalburüstü bir düşünür olarak, yaygın bir şekilde tanınıp hatırlanmaları kolay fikir önderleri arasında yer almaktadır. Buna rağmen, Kopernik gibi büyük insanların başarılarının çok daha etraflı bir şekilde tahlili ve ayrıntılarıyla ortaya konmasının genellikle hayli çetin bir iş olduğunu çeşitli örnekler tekrar tekrar göstermektedir. Kısmen bundan dolayıdır ki deha kavramına başvurulmaya ihtiyaç duyulur ve kalburüstü başarıların anlaşılıp kavranmasının güç yönlerinin bu deha kavramı içinde kapalı ve askıda bırakılması yoluna gidilir.

Devrim ve tarihi devamlılık

Ancak, tarihçi için böyle belirsiz bir durum, tatmin edici olamaz. Olayları ayrıntılarıyla aydınlatmaya çalışmak meslek itibariyle tarihçinin görevidir. Fakat insan zihniyet, eğilim ve değer yargıları her türlü kültürel ortamda çeşitlilik ve farklılıklar gösterir. Hiç şüphe yok ki bu suretle gerçeklere ulaşmak, neticede, daha da büyük ölçüde garanti altına alınmış olur. Ne var ki, böyle çetin konuları ayrıntılarıyla inceleyenler bazen bu büyük insanlara yüklenen olağanüstü başarıları abartılı bulabilirler. Bu arada, kendi görüş ve konuyu kavrayış ölçüleriyle, hayal kırıklığına uğrayarak meselelerin fazla büyütülmüş olduğu izlenimini edinip buna tepki gösterenler de olabilir. Hatta ince ayrıntıları saran bulutları dağıtamayanlar bu yüzden bazen büyük şöhretleri tahtlarından indirme çabası içine de girebilirler.

Kopernik'in insanın düşünce alanındaki büyük kılavuzları arasında bile özel bir yere sahip olduğu rahatça söylenebilir. Nitekim Kopernik'i olağanüstü bir fikir değişiminin gerçekleştiricisi sıfatıyla örnek göstermiş olanlar hiç de az değildir. Yeniçağın Kopernik'in ana eserinin yayımlanması tarihiyle başlatılmasının uygun olacağını düşünenler de olmuştur.

Fakat bütün bunların yanında, onu çekingen ve geleneklerden kopamamış bir kimse şeklinde tasavvur edenlerle de karşılaşılmaktadır. Gök cisimleri hareketlerinin Güneşmerkezli bir sistemle ifadesiyle Yermerkezli bir sistem aracılığıyla belirlenmesi arasındaki farkın esas itibariyle bir referans sistemi değiştirme işinden ibaret olduğuna ve gezegen yerlerinin belirlenmesinde böyle bir değişikliğin herhangi bir fark yaratmayacağına da bu bağlamda işaret edilmiştir. Ayrıca, Kopernik'in, kendi ileri sürdüğü sistemi sağlam ve ikna edici bir tarzda savunma durumunda olmadığına, yeni sistemin gerçek savunulmasının ister istemez daha sonraları başkaları tarafından tamamlanmış bulunduğuna tekrar tekrar dikkatimiz çekilmektedir.

Hiç şüphe yok ki, bilimde devrim yapmak ve otoriteleri devirmekle başkalarına yüksekten bakma ve gururlanma gibi davranışların el ele gitmesi hiç de şart değildir. Vesalius'un iddialı ve mücadeleci olmasına karşılık Harvey mütevazı ve temkinliydi. Aynı şekilde, Paracelsus'un saldırgan ve kırıcı bir kimse olmasına karşılık Ambroise Pare gayet alçakgönüllü ve ölçülü bir insandı. Kopernik'in geleneklere bağlı bir kimse olmadığı ortadadır. Çünkü o, yeni sistemini kurmakla, çağının Batlamyus ve Aristoteles gibi iki büyük bilim otoritesinin karşısına çıkmış, neticede her ikisinin de düşüncelerinin yıkılıp çökmesine yol açmıştır.

Yermerkezli bir sistemden Güneşmerkezli bir sisteme geçmenin bir koordinat sistemi değişmesinden ibaret oluşuna gelince, bu meselenin Kopernik itibarıyla söz konusu edilmesi meseleyi yanlış bir ışık altında göstermek olur. Çünkü hiç şüphe yok ki Kopernik kendi sisteminin Batlamyus'unkinden üstün olduğunu iddia etmekteydi. Fakat bir taraftan bu sistem matematiksel ayrıntılarıyla Batlamyus sisteminin tam dengi bir sistem olmadığı gibi, üstelik kendi sistemi için Kopernik'in öne sürdüğü üstünlük iddiası esasen gezegen yerlerinin belirlenmesi bakımından değildi.

Kopernik yeniçağın eşiğinde modern bilimin doğup ortaya çıkışı olayının başlıca temsilcileri ve bu yeni çağın oluşturucuları arasında bulunuyor. Kopernik Fatih'in İstanbul'u fethinden ve Gutenberg'in baskı tekniğine getirdiği yenilikten yirmi yıl kadar sonra doğdu. Bu sıralarda Leonardo yirmi yaşını biraz geçmişti, iki yıl sonra Mikelanj, on yıl sonra da Rafael doğacaklardı. Kristof Kolomb'un Amerika'ya seyahati sırasında Kopernik yirmi yaşına ulaşmış bulunuyordu ve Krakov Üniversitesi'nde öğrenci idi. Paraselsus da işte bu sıralarda doğdu. Kopernik yetmiş yıl yaşadı. Bu uzunca ömrü boyunca hacimli tek bir kitap yazdı. *De Revolutionibus Orbium Caelestium* adını taşıyan bu eser basılıp ilk defa kendisine ulaştığı zaman Kopernik ölüm döşeğinde bulunuyordu.

Kopernik'in bu ana eserinin çıktığı 1543 yılında Vesalius'un *De Humani Corporis Fabrica*'sı da yayımlandı. Girolamo Fracastoro'nun *De Contagione et Contagionis Morbis* adlı kitabı bundan üç yıl sonra, Ambroise Paré'nin tüfek yaraları üzerine monografi ise iki yıl sonra yayımlandı. Bunların hepsi de modern bilim hareketinin başlangıcını müjdeleyen eserlerdir.

Kopernik modern bilimin doğuşu sıralarında çağlarının birtakım gelenekleriyle bağlarını koparanların en büyüklerinden biridir. İstisnalar yaratan bir çağda istisnalar arasında birinci safta yer almaktadır. Kendisi zamanının eğilimlerine uygun olarak özgür düşünceyi, bilim ve felsefi düşünce otoritelerinden sıyrılma hareketini temsil ediyordu. Fakat çağı Rönesans ve hümanizm zihniyetlerine ayak uydurmuş olduğundan, yine de Kopernik'in eski klasik çağa ve o çağ ruhuna bir saygısı vardı.

Böylece, Kopernik kendi çağının bir ürünüydü. Doğal olarak, başarısı da çağından tecrit edilemez. Esasen, getirilen bir yenilik ne kadar büyük olursa olsun, tarihi devamlılığı kesintiye uğratan bir olay olamaz. Belli bir gelişme sürecinde bir adım ve insan düşüncesinin ilgili kesitinde meydana gelen değişimi oluşturan evrimsel düşünceler zincirinde bir halka niteliğinde kalmak zorundadır. Geleneklerden sıyrılmak geleneklere dayanmadan başarılmaz. Ancak, gelişme zincirindeki böyle bir halka veya ara adımın istisnai önemde olması mümkündür. İşte Kopernik'in getirdiği fikir değişiminin de bu anlamda büyüklüğü ve kalburüstü olma özelliği söz konusudur.

Bilime katkısına ilişkin düşünce tarihi kesiti içinde Kopernik'e geniş bir açıdan bakıldığında, onun insanın evren görüşünün temelden değişmesine yol açan, Yermerkezli kapalı ve sınırlı bir kozmos tasarımını açık ve sonsuz bir evren görüşüne ulaştıran bilimsel düşünce akımının çığır açıcısı olduğu görülüyor. Kopernik Yer küresi yöresinin gökler âleminden tamamen farklı olduğu düşüncesini temsil eden katı ve kısıtlayıcı görüşün karşısına dikilerek yer ve

gök mekaniklerini birleştirme ve kaynaştırma yolundaki daha eski zemin yoklayıcı birtakım bilimsel düşünceleri bir çırpıda ve beklenmedik bir yönelişle geçerli bir evren kavramı şekline dönüştürdü. Kopernik'in bu yeni evren kavramı çeşitli çevrelerce çok yadırgandı. Fakat bazı düşünürler için gür ve verimli bir esin kaynağı oldu ve Galilei ile Kepler ve Newton tarafından geliştirilerek yeni bir doğa felsefesinin temeli haline getirildi.

Kopernik'in bu yolda attığı ilk belirgin adımı kaçınılmaz sonuçlarına ulaştırmak için onun kalburüstü katkısına, en azından, Kepler'le Galilei ve Newton'un engin başarılarının da eklenmesi gerekmekteydi. Galilei yer bölgesi mekaniğini sağlam temeller üzerine oturtup bu konudaki Aristoteles düşüncelerinin tarihe karışmasını sağladı; Kepler gezegen hareketlerinin ana yasalarını keşfederek gök bölgesi mekaniğinin temel unsurlarını ve dayanak noktalarını gün ışığına çıkardı; Newton da bu sağlam temellere dayanarak evrensel çekim yasası yardımıyla yer ve gök mekaniklerini birleştirdi ve evrenin tümünü kapsayan birlikli ve tutarlı yeni bir mekanik görüşünü gözler önüne sererek insan düşüncesine armağan etti.

Kepler (1571-1630) konumuzu asıl ilgilendiren ilk iki yasasını Kopernik'in *De Revolutionibus*'undan 66 yıl sonra 1609'da yayımladı. Galilei (1564-1642) yer mekaniği üzerindeki eserini Kopernik'in kitabından 95 yıl sonra 1638'de, Newton (1642-1727) da *Principia* adlı eserini *De Revolutionibus*'tan 144 yıl sonra 1687'de yayımladı.

Galilei ile Kepler ve Newton gibi dev bilimadamları ve düşünürlerin bir buçuk asırlık bir süre içinde geliştirip tamamlayabildikleri bir fikir akımının başlangıcında yer aldığı için, bu gelişme sürecinde temel taşını yerine oturtmuş olmak bakımından, bu yönde en büyük ve gerçekleştirilmesi en zor adımı Kopernik'in atmış olduğunu söyleyebiliriz. Kopernik çağının büyük başarılar çağı olduğuna az önce işaret edildi. Fakat yine de, Kopernik, karşılaşacağı olumsuz tepkilerden korkarak sistemini ileri sürmekte ve ünlü kitabını yayımlamakta bir hayli tereddüt geçirmiş, daha sonraki gelişmeler de bu tereddüdün hiç de yersiz olmadığını açıkça göstermiştir.

Kopernik sisteminin karşılaştığı olumsuz tepki konusunu bir tarafa bırakırsak, Erasmus Reinhold 1551'de çıkardığı *Prusya Astronomik Cetvelleri*'ni Kopernik sistemine ve cetvellerine dayanarak hazırladı. Robert Recorde 1556 yılında çıkan *The Castle of Knowledge* adlı kitabında Kopernik sistemini iyi bir ışık altında göstererek onu İngiltere'de tanıtma yolunda bir ilk adım attı. Yine aynı yıl içinde çıkan John Field'in ve özellikle 1576'da yayımlanan Thomas Diggs'in almanaklarında Kopernik sistemi temele konmuş ve bu sistem övülüp savunulmuştu. Kepler'in hocası Maestlin de Kopernikçi idi.

Bu gibi örneklerin sayısı daha da artırılabilir. Fakat yine de, modern bilim hareketinin doğuşu sıralarına, özgür düşünce ve kişisel araştırmanın ön plana geçtiği ve eski otoritelerin devrilmeye başladığı bir çağa ait olmasına rağmen, Kopernik sistemi Batı Avrupa'nın en seçkin bilim çevrelerinde dahi yarım asır kadar bir süre layık olduğu takdir ve anlayışı göremeyerek önemi ile orantılı bir yankı yapmamış, ancak Kepler ile Galile'de ilk büyük savunucularına kavuşmuştur. Böylece, Batı Avrupa entelektüel ortamı bile onu gereği gibi takdir edip değerlendirme işinde bir hayli uzun süren bir gecikme göstermiştir.

Çağ mı kapadı, çağ mı açtı?

Bütün bunlar Kopernik'in çağını aşan bir görüş getirmiş olduğunu gösteren, hiç değilse böyle bir izlenim yaratan delillerdir. Fakat onun çağını aşmış olduğu yolundaki böyle bir iddia şüphesiz tarihi devamlılık sürecini inkâr eden bir zihniyeti kapsayacak bir nitelikte olamaz. Tersine, tarihi devamlılık düşüncesiyle bağdaşabildiği ölçüde önem ve anlam kazanır.

Tarihi devamlılık süreci içinde, çağını aşmış bir kimse olarak, Kopernik'in geride bıraktığı çağa mı yoksa önünde başlayan döneme mi daha büyük ölçüde mal edilebileceği sorusu çok zaman sorulmuştur. Kopernik bir eski çağın sona erdiricisi vasfına mı yoksa yeni bir çağın başlatıcısı unvanına mı daha fazla hak kazanmaktadır? Başka bir deyimle, Kopernik'in kendi zamanını aşması kendisinden öncesi ile mesafesinin büyüklüğü ile mi yoksa kendisinden sonra gelenler üzerindeki etkisinin önemi ve dolgunluğu ile mi daha iyi ölçülebilir? Kısaca, az önce söz konusu edilen ve kısa bir süre içinde tamamlanıp sonuçlandırılması mümkün olmayan karmaşık ve büyük çaptaki gelişme sürecinde Kopernik'in yeri nedir?

Bu gibi soruların sorulması, daha fazla, Kopernik'in büyük başarısının gerçek boyutunu tarihi oluşma süreci içinde belirlemede karşılaşılan bazı güçlüklerin niteliğine açıklık kazandırabileceği için anlamlı ve faydalıdır. Bu soruların yanıtlanmasına gelince, Kopernik'in bir çağın kesinlikle kapatıcısı olmaktan fazla yeni bir çağın başlatıcısı olduğu söylenebilir. Fakat böylece de, bir anlamda, Kopernik ne bir çağın kapatılmasını ve ne de yeni bir çağın başlatılması sürecini kesin bir sonuca götürememiş ve tamamlayamamış sayılabilir. Başarısının büyüklüğünü açıkça tanımlayıp değerlendirmede bazı güçlüklerle karşılaşılmış olması da esas itibariyle bundan ileri gelmektedir.

Şüphesiz, Kopernik, bir çağı kapatma işini kesinlikle sonuçlandıramamış olması dolayısıyla, yeni bir çağı açma işini de tam bir açıklıkla başlatmış olamaz. Yahut da, tersine, bir düşünce akımını harekete getirebilmiş olduğu için veya bu düşünce akımını harekete getirebilmiş olmasına rağmen, bu yeni akımın büyüyüp güç kazanması ölçüsünde eski bir çağ kapanabildiğinden, tek başına bir çağın kapatıcısı olamamıştır. Gerçekten, bu sona erdirme ve başlatma işleri büyük ölçüde birbirleri üzerine taşan, birbirleriyle birleşip kaynaşan huslardır. Bunlar birbirlerinden ayrı ve seçik ardışık olaylar değil birbirlerine girişik olaylardır. Yeni bir çağı açma işinde başkaları tarafından tamamlanacak önemli işler kaldığındandır ki Kopernik tek başına eski bir çağın kapatıcısı sayılamamaktadır. Söz konusu yeniçağ, genel olarak modern bilimin doğuşu bilimsel devrimiyle, özel olarak da kozmolojik görüşlerin yepyeni bir şekle dönüşümüyle nitelenmektedir.

Kopernik bilimde ve evren görüşünde gerek eski bir çağın kapanması ve gerekse çok zengin içerikli yeni bir çağın doğması karmaşık ve özdeşik sürecinin başında bir dönüm noktasında yer almaktadır. Büyüklüğü de buradadır. Fakat başarısının büyüklüğünü gerçekten bu tarzda tanımlamak mümkün ve yerinde ise, o zaman, insanın evren görüşünü etkileyişi olayında, konunun bütün belirsiz yönlerine rağmen, Kopernik'in yine de o karmaşık süreç içinde, yani yeni bir çağın açılması ve eski bir çağın kapanması işinde, geriye dönüşü olmayan bir ilk adım atmayı başarmış olduğunu kesinlikle gösterebilmemiz gerekir.

Yüzyılların ötesinden ve bu yüzyıllar içinde birikmiş her türlü bilgi ve deneyim perspektifinin bize sağladığı avantajlı durumdan faydalanarak Kopernik sisteminin ileri sürülüşüne ilişkin ayrıntılara baktığımız zaman bile, onun başarısının tamı tamına ne olduğunu kesinlikle belirlemekte, onun getirdiği devrimin büyüklüğünü değerlendirmekte bazı güçlüklerle karşılaşılmış olduğu bir olgudur. Nitekim bu değerlendirmede bazı tereddütlerin öne sürülmüş olduğuna ve bu konuda oldukça farklı yargı ve sonuçlara ulaşıldığına daha önce kısaca işaret edilmiş bulunuluyor.

Kopernik'in oluşturduğu bilimsel devrimin mümkün mertebe kesinlikle belirlenip tanımlanabilmesi için onu düşünce tarihi perspektifi içine yerleştirmek, bilimin tarihi gelişme ve akımındaki yerini mümkün mertebe açıklıkla göstermek gerekir. Gerek kendisinden önce gelen düşünürlerle ve gerekse kendinden sonrakilerle Kopernik arasındaki fikirsel ilişkileri ve bunların birbirlerine zincirleme etkilerini tespit etmek işi Kopernik'in başarısının gerçek değerini gün ışığına çıkarma meselesinden ayrı ve tek başına ele alınacak bir konu değildir.

Kopernik Devrimini değerlendirmek için bir taraftan onun belli bir fikir ortamında ve bu ortamın gelişme ve dönüşme sürecindeki yerini tayin etmek, öte yandan da ileri sürdüğü sistemi onun ne dereceye kadar savunabildiğini, öne sürdüğü delillerin ne derece sağlam ve ikna edici olduğunu tespit etmek gerekmektedir. Delillerinin sağlamlığı ve yeterliğini de sadece bilimsel bir açıdan kendi çağımız bilgisi ışığında değil, ayni zamanda Kopernik çağının tarihi perspektifi içinde de ele almak gerekir. Çünkü onun gerek etkinlik ve gerekse orijinalite yön ve ölçülerini en doğru bir şekilde aydınlığa kavuşturmak ancak bu ikinci yaklaşım yoluyla mümkün olabilir.

Kopernik'in kendi yazdıklarına başvurmak

Burada önemli bir sorun, yeni sistemin Kopernik'in kendi zihninde nasıl doğduğu ve olgunlaştığı meselesidir. Bu mesele belirlenebildiği ölçüde onun kendisinden önce gelenlere neler borçlu olduğu sorusuna daha iyi yanıt vermek mümkün olur. Bilimadamı ve düşünürlerin belli bir konudaki fikir gelişmelerini tespit etmek hemen her zaman güç bir meseledir. Bu fikir gelişmesinin kişisel yönü tamamen aydınlatılamasa da, bir bilimadamının zihnini belli bir konuda harekete getiren ana problemlerin neler olduğunu mümkün mertebe kesinlikle belirlemek gerekir. Örneğin, Kopernik'in Batlamyus sistemini ve zamanı evren görüşünü ne bakımlardan yetersiz bulduğu konusunda kesin ipuçları bulunursa, yeni sistemini kurmasını mümkün kılan esin ve sezişleri ve bunların hangi yollardan geliştirilip şekillendirildiği sorusunu yanıtlandırarak konuyu ana çizgileriyle aydınlatmak ve onun başarısını gerçek yönleri ve boyutlarıyla değerlendirmek büyük ölçüde kolaylaşmış olur.

Konumuza ilişkin bu gibi ayrıntıları doğru bir şekilde tespite yarayacak belgelerin sayısı oldukça küçüktür. Konumuzda şüphesiz ana problemler ayrıntılardan çok daha büyük önem taşır. Şüphesiz, genellikle ana sorunlar ancak ayrıntılı bilgiler ışığında tam bir aydınlığa kavuşabilir. Fakat Kopernik konusu, sadece Kopernik'in şahsında dar kapsamlı bir yaklaşımla gereği gibi dile getirilebilecek bir konu olmaktan uzaktır. Bu itibarla, Kopernik'in kendi geniş kap-

samlı ifadelerine dayanmak ve bunları ayrıntılı bilim tarihi bilgilerimiz ışığında yorumlayıp aydınlatmak yoluna giderek ana problemlerimizi tespit etmek konumuz için en tatmin edici yaklaşımı temsil eder.

Ayrıca, Kopernik Devrimini özüyle tanımlamada, şüphesiz, sistemin ana hatları ön planda yer almakta, teknik ayrıntılarının tespit ediliş şekli ana probleme göre geri planda bir yer işgal etmektedir. Böyle bir düşünce tarzı özellikle Kopernik için uygun ve geçerlidir. Çünkü onun özgün yönü sisteminin ana çizgilerinde toplanmakta, ayrıntıların işlenmesinde eski geleneklere esas itibarıyla sadık kalınmaktadır. Bu sebeple, bu incelemede Kopernik sisteminin ana hatları üzerinde durulacak, sistemdeki teknik ayrıntılar gibi tali teferruat noktaları konumuz dışında bırakılacaktır.

Bunu yaparken Kopernik'in geniş kapsamlı ifadeleriyle büyük ölçüde yetinmek elbette konuya bir sınırlama getirmek olur. Fakat Kopernik gibi çok işlenmiş konularda bazen üzerinde durulan düşünürün kendi fikirleriyle onu yorumlamış olanların değerlendirme, irdeleme ve yorumlarını birbirlerinden ayırt etmek pek kolay olmamaktadır. Kopernik konusunun da bu yüzden belki de lüzumundan fazla karışık bir hale gelmiş ve çeşitli araştırıcıların değer yargıları ve felsefi görüşleriyle yer yer sarılmış olduğu söylenebilir.

Bu gibi fikir yürütmeler ışığında, Kopernik'in düşüncesini ana unsurlarına ayırıp onları değerlendirirken Kopernik'in kendisinin sistemi için ön planda olmak üzere andığı gerekçeleri esas almanın, hiç değilse bunları gözden uzak tutmamaya dikkat etmenin önemi kendiliğinden ortaya çıkar. Bu itibarla, bu yazıda böyle bir yaklaşım yolu seçilmiş, bu yaklaşımda ise Kopernik'in kendi görüşüyle ana düşüncelerini ve ana problemlerini 1514 sıralarında ya da daha önce yazıp hazırladığı ve kısa adı *Commentariolus* olan özet niteliğindeki küçük eseriyle *De Revolutionibus*'unun birinci kitabından ve özellikle bu ana eserine yazdığı önsözünden derleme yoluna gidilmiştir. Çünkü Kopernik ana eserinin diğer kitaplarında sistemini kurtbakışı ayrıntılarıyla sunmakta olmasına karşılık, sözü geçen kısımlarda konuyu kuşbakışı bir biçimde okuyucularının gözleri önüne sermektedir.

KOPERNİK DEVRİMİNE DOĞRU

Yeni sisteminde Kopernik'in temele koyduğu ve en büyük çapta önem taşıyan ana yeniliklerin neler olduğu konusunda bazı fikir ayrılıklarıyla karşılaşılmaktadır. Bu itibarla, Kopernik'in getirdiği temel yeniliklerin kendine göre neler olduğu sorusunu kesin bir cevaba bağlamak faydalı olacaktır. Kopernik sistemi, Kopernik'ten sonra bu sistemi geliştirip yaymış olanların anlayışına göre, esas itibarıyla, Yer'i evren merkezinden kaldırarak onun birtakım hareketlere sahip olduğunu kabul etmiş bir sistemdir. Onun devrimsel yönü her şeyden önce bu ana niteliği ile belirlenmektedir.

Kopernik'in kendisi için de durumun böyle olduğunda şüphe yoktur. *De Revolutionibus*'un önsözünde bunu açıklıkla görmek mümkündür. Sistemini ilan etmekte duyduğu tereddütler de tamamen bu noktada toplanmaktaydı. Kopernik sisteminin gerek Batlamyus sistemine ve gerekse zihinlerde kuvvetle

yer etmiş olan kozmoloji anlayışına en aykırı düşen tarafı da buydu. Yoksa sisteminin ayrıntılarını sağlamca matematikle temellendirmek bakımından Kopernik Batlamyus metotlarından ayrılmamış olduğu gibi, kozmolojik görüşlerinin birtakım ayrıntılarında da geleneklere oldukça sadık kalmıştı.

İstersek, sorunun yanıtını ters yönden de ele almamız mümkündür. Bu yoldan da, eleştirdiği astronomi sistemlerinde Kopernik'in asıl karşı çıktığı ve bu itibarla olumsuz yönden en büyük önemde saydığı ana ilkenin ne olduğunu ve sistemine cephe alanların Kopernik'e itirazlarının ağırlık noktasının nerede bulunduğunu bir soru olarak sorabiliriz. Buna yanıtımız da yine, sorumuzun olumlu şeklinin yanıtına paralel olarak, Yer'in evren merkezinde hareketsiz olup olmadığı etrafında dönmektedir. Yer'in evren merkezinde hareketsiz olduğu temel ilkesinde gerek Aristotelesçiler ve gerekse Batlamyusçular birleşmekteydiler ve Kopernik sistemini reddetmekte ısrar edenlerin üzerinde durdukları ana konu da bundan başka bir şey değildi. Nitekim Tycho Brahe'nin ileri sürdüğü çift merkezli sistem de bu sorunun canlı bir yanıtını oluşturmaktadır.

Böylece, Kopernik sisteminin getirdiği ana yenilik, zamanın anlayışına göre, kozmolojiden soyutlanamayacak bir şeydi. Kozmoloji bu çağda esas itibarıyla Aristoteles görüşleriyle temsil edilmekteydi. Fakat zamanına göre örnek ölçüde matematiksel olan Batlamyus sistemi de kozmolojik sorunlara ilgisiz kalmış olmaktan uzaktı. Bu sistem de bu sorunlarla ilgilenmekte ısrar ediyordu ve ısrar da edegelmişti. Nitekim sistemin kurucusu olan Batlamyus günlük hareketin yerküresine ait olduğu tezini çürütme konusu üzerinde özellikle durmuş bir kimse olduğu gibi, gezegenlerin Yer etrafındaki yörüngelerinin Yer'e uzaklıkları bakımından sıralarının tespiti sorunu üzerine de eğilmişti.

Sisteminin getirdiği ana yeniliklerle, Kopernik'in yeni bir sistem arama işinde yahut da, daha doğrusu, onu yeni sistemine götüren yolu bulma sürecinde, zihnini harekete getirmiş olan ana sorunları birbirlerinden dikkatle ayırt etmek gerekir. Bu incelemenin verdiği sonuca göre, yeni sistemini kurmakta Kopernik'i en verimli şekilde etkilemiş olan ana sorunlar gezegen hareketlerinin ikinci eşitsizliklerine, yani gezegenlerin duraklama ve retrograd hareketlerini (geri-yönlü hareketler) içeren periyotlarındaki hareket düzensizliklerine ilişkin ayrıksı olgular ve bunların izahı için Batlamyus'ta ek ve kopuk hipotezlere başvurma zorunluluğunun duyulmuş olmasıydı. Bunlar ise, Kopernik sisteminin olumlu bir çözüme bağladığı gezegen uzaklıkları gibi bazı sorunlarla birlikte, daha önceki astronomi sistemlerinin askıda bırakmak zorunda kalmış oldukları ve kökleri geçmiş çağlarda çok derinlere giden uzun vadeli problemlerdi.

Demek ki böylece, Kopernik sistemi, gerek getirdiği ana tez ve gerekse ilk defa olarak tatmin edici şekilde çözebildiği konular bakımından, köklü tarihi geleneklere ve fikir akımlarına güçlü bağlarla bağlanmaktaydı. Çünkü bir taraftan, yeni sistemini kurmakla, Kopernik, daha önce kurulmuş ve zamanında yaşamakta olan astronomi sistemlerinin önemli, hatta üzerinde herhangi bir değişiklik yapılması adeta yasaklanmış olacak kadar önemli, bir temel ilkesinin karşısına çıkmış bulunuyordu; öte yandan da, zihnini en olumlu şekilde harekete getirmiş olan sorunlar yüzyıllar boyunca askıda kalmış meselelerdi.

Kopernik bunları ele alıp objektif bir açıdan incelemiş ve tamamen bilimsel bir anlayış çerçevesi içinde çözüme bağlamayı başarmıştır.

Bazı bilim tarihçileri Kopernik'i hazırlayan önemli fikir akımlarından birinin sonsuz evren ve âlemler çokluğu gibi geç-ortaçağdan itibaren Avrupa'da karşılaşılan bazı düşünce eğilimleri olabileceğini ileri sürmektedirler. Bu bakımdan özellikle Cusa'lı Nicolas akla gelmektedir. Çünkü bu 15. yüzyıl düşünürü evreni sonsuz kabul etmiş olmaktan başka, Yer'e ekseni üzerinde bir hareket tanımış, Kopernik gibi o da gökcisimlerinden her birinin bir tür çekim merkezi olduğu fikrini benimsemiş ve yer ile gök bölgesi cisimlerini oluşturan maddelerin birbirlerinden farksız olduğunu ileri sürmüştür. Kendisi, ayrıca, yıldızlarda yaşam olduğu şeklindeki inançlara da yer vermekte ve düşünceleri genellikle çok spekülatif bir nitelik taşımakta idi.

Kopernik'in felsefecileri küçümsemiş olması hiçbir suretle söz konusu değildir. Bunu kendi sözlerinden kesinlikle görmekteyiz. Fakat böyle bir anlayış çerçevesi içinde olmak üzere, bu vesileyle, *De Revolutionibus*'un birinci kitabının sekizinci bölümünde Kopernik'in evrenin sonlu mu sonsuz mu olduğu meselesinin tartışılmasını doğa felsefecilerine bırakalım demesi dikkate değer. *Commentariolus*'un baş kısımlarında da Kopernik "Kimse benim sağlam gerçeklere dayanmaksızın Pisagorculara uyarak Yer'e hareket tanıdığım kanısına ulaşmasın" diyor. Bunlardan çıkarılacak sonuç şudur ki, Kopernik, hiç değilse farkında olduğu kadarıyla, sistemini felsefi eğilimler etkisi altında kurmamıştır.

Demek ki Kopernik'in bilimsel zihniyetle pek bağdaşmayan spekülatif yollardan sistemini kurmuş olduğunu göstermeye çalışmak konuya gerçekçi bir şekilde bakmamak olur. Kanımca, Kopernik'in büyük yapıtı hakkıyla anlaşılmak isteniyorsa, onun arada harmoni gibi terimler kullanmış olmasının, estetik düşüncelerden dem vurmasının ve evrenin büyük mimarının sanat anlayışından söz etmesinin konunun ana sorunlarını ve Kopernik'in bunları bilimsel yollardan ele alış tarzını gölgelemesine izin edilmemelidir.

Eserini yayımlayıp yayımlamamakta Kopernik uzun süre tereddüt geçirdi. Tereddüdünün nedeni çeşitli çevrelerin göstereceği kesin olan büyük tepkilerdi. Sistemine olumsuz tepkilerin özellikle üç yönden geleceği belliydi. Çünkü yeni sistem bir taraftan Batlamyus sisteminin yerini tutmak üzere ileri sürülmüş bulunmakta, öte yandan da Aristoteles fizik ve kozmolojisindeki birçok görüşlerle aykırılıklar göstermekteydi. Ayrıca, bu sistem kutsal yazılardaki bazı ifadelere de uygun düşmemekteydi.

Söz konusu dini görüşler Hıristiyan dininin kutsal kitaplarındaki bazı ifadelerle tespit edilmiş olmaktan başka kamu anlayış ve sağduyusuna ve uzun ve kökleşmiş bir geleneğe dayanıyordu. Başka bir deyimle, hiç değilse ilk bakışta Yer hareketsiz ve gökyüzünde görülen bütün cisimler ise hareket halindeydiler ve herhangi bir kimseyi asıl hareket eden cismin hareketsiz gibi duran Yer, duran cismin ise hareket halinde görünen Güneş olduğuna inandırmak pek kolay olmayacaktı. Ayrıca, kamu anlayış ve sezişine uygun düşen ve kutsal yazılarla iyiden iyiye pekiştirilmiş olan bu görüş Aristoteles fiziği ve kozmolojisiyle ve Batlamyus sisteminin ana hatlarıyla bağdaşma ve temellendirilme durumundaydı.

Aristoteles evreni

Fakat Batlamyus sistemi ile Aristoteles fiziği de bazı temel ilkelerde birbirleriyle uzlaşamamaktaydılar. Pisagorculardan ve özellikle Platon'dan beri evrenin gökyüzü bölgesinin mükemmel bir düzenlilik örneği veren bir bölge niteliği taşıdığı ve buradaki hareketlerin dairesel ve hızların düzgün ve sabit olduğu kabul edilmişti. Bundan dolayı Platon Ay, Güneş ve özellikle gezegen hareketlerinde görülen düzensizliklerin böyle düzgün dairesel hareketlerin bileşimi ile oluştuğunu göstermek gerektiğini öne sürmüş, bu görüşe uyarak çağdaşı Ödoksos ortak merkezli küreler sistemi adıyla anılan bir sistem kurmuş ve gökcisimleri hareketlerini bir açıklamaya bağlamıştı. Aristoteles ise ortak merkezli küreler sisteminin de yardımıyla bir kozmos, yani düzenli bir evren görüşü tasarlayarak ileri sürmüş ve bu kozmoloji öğretisi Kopernik zamanına kadar yürürlükte kalmıştı. Aristoteles sınırlı ve küresel saydığı evreni iki büyük kısma ayırmıştı. Bunlar Ayaltı ve Ayüstü âlemleriydi. İslâm Dünyasında bunlara ulvi âlem ve süfli âlem adları da verilmiştir. Ayüstü ve Ayaltı âlemleri Aristoteles'e göre farklı fizik kanunlarına tâbidiler. Fakat ikisi bir arada evrenin tümünü, Aristoteles kozmosunu teşkil etmekteydiler.

Süfli âlem dört unsurdan oluşmaktaydı. Bunlardan toprak unsuru evrenin merkezinde yer almaktaydı. Çünkü toprak unsurunun doğal yeri evrenin merkeziydi. Suyun doğal yeri toprak küresinin etrafı, hava unsurunun doğal yeri su küresinin dış kısmıydı. Dördüncü unsur olan ateş unsuru ise hava küresinin dış kısmı ile Ay küresi veya feleğinin (gökküre) iç kısmı arasındaki bölgeyi doğal yeri olarak işgal etmekteydi. Aristoteles'e göre, bu temel unsurlardan herhangi birinin bir kısmı veya parçası doğal yerinin dışında bulunursa kendiliğinden doğal yerine doğru hareket eder. Böyle bir hareket doğal harekettir. Böylece, Ayaltı âlemindeki doğal hareketler bu kürenin yarıçapları boyunca evren merkezine ve çevreye doğru olan doğrusal hareketlerdir. Aristoteles'e göre dört unsur bölgesi aynı zamanda kevn ve fesat âlemi (cismani âlem, Dünya) veya başka bir deyimle, doğup büyüme, değişip gelişme ve yok olup kaybolma olaylarının oluştuğu bölgeydi.

Ulvi âlem ise beşinci bir unsurdan oluşmaktaydı. Burada değişme ile dönüşme, doğup büyüme ve yozlaşıp yok olma olaylarıyla karşılaşılmamaktaydı. Ulvi âlemdeki hareketler evren merkezi etrafında dolanmalar şeklindeydi. Bunlar başlangıcı ve sonu olmayan ve bu itibarla bir dengeyi temsil edip değişme anlamına gelmeyen düzgün dairesel hareketlerdi. Bu bölgede Ay ile Güneş ve gezegenlerin her birinin ayrı ayrı felekleri bulunmakta, her felek bu belirli gökcisimlerinin kendilerine özgü hareketlerini düzgün dairesel hareketlerden meydana getirebilecek sayıda kürelerden oluşmaktaydı.

Böylece Aristoteles kozmosunda her şeyin belli bir yeri vardı ve her şey yerli yerindeydi. Ayrıca, Ayaltı ve Ayüstü âlemleri birbirlerinden tamamen farklı nitelik ve konumda idiler; birbirlerinden kesinlikle ayırt edilmekteydiler. Dört unsur dünyasında birtakım değişme olayları yer aldığından burası devamlı olarak doğal düzenin gerektirdiği durumda değildi ve bu bölgede her zaman her şey yerli yerinde bulunmamaktaydı. Fakat Aristoteles'in fizik kanunları daima bu düzeni geri getirecek yönde işlemekte, ara vermeden bu yolda faaliyet göstermekteydi.

Batlamyus sistemi

Evrenin fiziksel yapısı böylece ana çizgileriyle belirlenmiş olmakla beraber, bu kozmos fikrinin bir kısmını teşkil eden ortak merkezli küreler sisteminin gökcisimleri hareketlerinin ayrıntılarını doğru bir açıklamaya bağlamakta yetersiz olduğu görülmüş ve bu bakımdan daha tatmin edici yeni astronomi sistemleri aramaya ihtiyaç duyulmuştu. Bunlar içinde en sağlam şekilde tutunanı Aristoteles'ten beş yüz yıl kadar sonra Batlamyus tarafından ayrıntılarıyla tespit edilmiş ve Kopernik zamanına kadar yürürlükte kalmış olan sistemdi. Bu sistemin temelleri Batlamyus'tan üç yüz yıl kadar önce özellikle Hiparkos tarafından atılmış, daha sonra Batlamyus tarafından geliştirilip tamamlanmıştı.

Yer'i evrenin merkezinde, daha doğrusu evren merkezi yakınlarında, hareketsiz kabul eden Batlamyus sisteminde gökcisimlerinin hareketleri için episikl (gezegen çemberi) ve eksantrik (eşmerkezli olmayan çemberler) diye adlandırılan geometrik ve kinematiksel düzenlemelere ve araçlara başvurulmaktaydı. Eksantrikler dışmerkezli dairelerdi. Episikller ise merkezleri deferent adı verilen ana yörüngeler üzerinde hareket halinde olan çemberlerdi. Deferentler genellikle eksantrik şeklindeydi.

Gerek eksantriklerde ve gerekse episikllerde dolanmalar çember merkezlerine göre düzgündü. Fakat Yer eksantriğin ikinci merkezinde bulunduğundan, Yer'den bakılınca, eksantrik üzerindeki harekette hız değişmeleri varmış gibi görünmesi sağlanmış oluyordu. Episikller için de tabii olarak aynı durum geçerliydi. Fakat böylece, hem episikller ve hem de eksantrikler, Yer'in yörünge merkezinden kaydırılmasını gerektirdiklerinden, Aristoteles fiziğine aykırı düşüyorlardı. Ayrıca, Batlamyus ekuant (kaymış merkez) adı verilen noktalar kabul etmek zorunluluğunu duymuştu. Bunlar sabit hareket merkezleriydi ve gerek dairesel yörüngelerin merkezlerinden ve gerekse dışmerkezlerden farklı noktalardı. Böylelikle ise, düzgün dairesel hareket ilkesinin de dışına çıkılmış, Aristoteles fiziğine bu bakımdan da uyulmamış oluyordu.

Batlamyus sistemi gezegen yerlerini belirlemede ortak merkezli küreler sisteminden çok daha başarılıydı ve 17. yüzyıl başlarına gelinceye kadar gözlem aletlerinin ölçü sınırları içinde oldukça doyurucu sonuçlar vermekteydi. Mamafih, yine de zamanla birikip büyüyen hataların varlığı gözlemlerin yenilenmesi ihtiyacını doğurmaktan geri kalmamaktaydı. Fakat bir pozisyon astronomisi sistemi olarak Batlamyus sistemi, Kopernik zamanına kadar, açık farkla, en üstün astronomik sistem olma niteliğini korumuştu.

Batlamyus sistemine yönelik eleştiriler

Episikllerle eksantrikler daha Hiparkos zamanından itibaren birtakım tereddütleri üzerine çekmiş, bunlar yürürlükte olan fizik prensiplerine, yani Aristoteles fiziğine aykırı düştüğünden yadırganmış ve özellikle fizikçiler tarafından benimsenmemiş, bu yoldaki tereddütler Kopernik zamanına kadar devam etmişti. Batlamyus sistemi özellikle astronomlar tarafından tutulmaktaydı. Fakat bunlar fizikçilerin itirazlarına bir türlü doyurucu yanıtlar bulamamaktaydılar.

Avrupa'da geç-ortaçağda ve yeniçağ başında Batlamyus sistemi özellikle İbni Rüştçü çevrelerin eleştirilerine maruz kalmaktaydı. Bunların ileri sürdükleri teorik itirazlar özellikle şu bakımdandı: Episikllerle eksantrikler hipotez olarak temele konunca elde edilen hesap sonuçları gözlemlerle tatmin edici ölçüde bağdaşmaktaydılar, fakat bu yoldan bu hareket düzensizliklerinin gerçek nedenleri açıklamasız kalmaktaydı. Başka bir deyimle, bu geometrik ve kinematiksel düzenlemeler kabul edilince gezegen hareketleri elde edilmekteydi. Fakat bunların neden kabul edilip temele konmaları gerektiği ve bunlar kabul edilince neden gezegen hareketlerinin doğru bir şekilde temsil edilebildiği tamamen karanlıkta kalmaktaydı.

Ortak merkezli küreler sistemine göre gökcisimlerinin Yer'e uzaklıklarının sabit kalması gerekiyordu. Oysa Güneş'le Ay'ın görünüş açılarında, gezegenlerin ise parlaklıklarında değişmeler gözlenmekteydi. Fakat öte yandan da gezegen hareketlerinin doğru değerleriyle gösterilebilmeleri için Batlamyus sisteminde kabulü gereken episikllerin bu gezegen uzaklıklarının değerlerinde, daha doğrusu, parlaklıklarının değişmesinde, hatalı sonuçların belirmesine yol açtığı anlaşılıyordu.

Örneğin, Venüs gezegeninin parlaklık değişmelerinin Batlamyus sistemi hesap sonuçlarının gerektirdiğinden belirgin bir şekilde farklı olduğu dikkati çekmekteydi. Yine, Ay uzaklığında veya görünüş açısındaki değişmenin Batlamyus sisteminin gerektirdiğinden açık bir şekilde farklı olduğu da bilinmekteydi.

Gezegenlerin yalnız uzaklıklarının belirlenmesi ve gösterdiği değişmeler meselesinde değil, hatta sadece Yer'e uzaklıkları bakımından sıralanışları konusunda da bu sistemlerden hiçbirinde kesin bir sonuca varılamamakta, örneğin Venüs'le Merkür'ün Güneş'ten yakında mı yoksa uzakta mı olduklarına karar verilememekte, bu bakımdan benimsenmesi düşünülen prensipler tamamıyla kurgusal ve son derece belirsiz bir nitelik taşımaktaydı.

Bu şartlar altında her iki sistem de ayrı açılardan savunucular bulmuş, farklı görüşlerin etkisiyle belli çevrelerde yürürlükte kalmıştı. Bazı bilginlere göre astronomi evrenin gerçek ve fiziksel bünyesini belirlemekten sorumlu olmayıp sadece görünüşleri "kurtarmak" ve doğru hesap sonuçları sağlayacak sistemler kurmakla yetinebilirdi. Bazı diğerlerine göre bu kadarla yetinilmesi esasen zorunluydu; çünkü insan aklı bu gibi yüksek konuların özüne ve bilgisine erişemezdi. Daha başka düşünürlere göre ise kurulacak astronomi sistemlerinin evrenin fiziksel gerçeklerine uyması ve bunları temsil etmesi şarttı.

Tartışmaya son vermek için yeni bir sistem

Kopernik ilkin Krakov Üniversitesi'nde öğrenim gördü. Sonra da İtalya'ya giderek Bolonya'da, Padua'da ve Ferrara'da bu öğrenimini devam ettirip geliştirdi. Yüksek öğrenimi çok yönlüydü. Fakat Krakov'dan başlayarak astronomi konusuna ciddi bir şekilde eğildi ve bu ilgisini İtalya'daki öğrenimi sırasında da devam ettirdi. Ayrıca, İtalya'daki öğrenimi sırasında Kopernik tanınmış astronomlarla ilişki kurmuş ve daha bu aşamada kendisine astronomide söz

sahibi bir kimse gözüyle bakılmaya başlanmıştı. Kendileriyle ilişki kurduğu ya da kendilerinden ders gördüğü astronomlar arasında Krakov'da Albert Brudzevski'yi, Bolonya'da Domenico Maria da Novara'yı, Padua'da Girolamo Fracastoro'yu anabiliriz. Sadece bu isimler bile onun zamanın astronomi görüşlerine ilişkin en önemli eğilimleri ve fikir akımlarıyla sıkı temas sağladığını ve farklı görüşlerle büyük bir tanışıklık kazanmış olduğunu göstermeye yeter. Durumun böyle olduğunu gösteren başka delillerle de esasen bu incelemede başka vesilelerle karşılaşılacaktır.

Durum böyle olunca, Batlamyusçularla İbni Rüştçüler arasındaki fikir ayrılıkları açısından Kopernik düşüncesinin nitelik ve özelliklerini dikkate alarak konuya girebiliriz. Bir bakıma, konuyu bu yönden ele almak da gerekmektedir. Çünkü esasen Kopernik hem *Commentariolus*'un giriş kısmında ve hem de *De Revolutionibus*'un önsözünde yeni bir sistem kurmak ihtiyacını duymaya, kendi zamanında yan yana yaşamakta olan sistemlerle görüşlerin birbirleriyle uyuşmazlık halinde bulunmalarının yol açtığını ve bu görüşlerin Batlamyusçu ve Aristotelesçi görüşler olduğunu söylüyor.

Commentariolus'un giriş kısmında Kopernik, ayrıca, gökcisimleri hareketlerindeki bütün düzensizlikleri bu sistemlerin her ikisindekinden de daha akla yakın bir şekilde düzgün dairesel hareketlerle temellendirebilecek daireler bulunup bulunamayacağını araştırmaya karar verdiğini ve ilk bakışta çok zor ve hemen hemen çözümlenemez görünen bu işin, kurduğu sistemin temelindeki ilkelerin kabul edilmesi halinde mümkün olacağını keşfettiğini söylüyor. Demek ki Kopernik'in zihnini yeni bir sistem kurma işinde harekete getiren nokta gerçekten bu konudaki rakip görüşler arasındaki tartışma ve uzlaşmazlıklardı.

Bu soruna ilişkin olarak dikkati çeken bir konu şudur ki Kopernik Batlamyus sistemindeki ekuantlara açık bir şekilde cephe almıştı. Çünkü bunlar düzgün dairesel hareket ilkesine aykırı düşmekteydi. Kopernik'in eksantrikleri de bir dereceye kadar yadırgadığı anlaşılıyor. Bu konulara gerek *De Revolutionibus*'un önsözünde ve gerekse *Commentariolus*'un giriş kısmında değiniyor. Kendisi böylece, düzgün dairesel hareket ilkesi bakımından daha fazla Aristoteles fiziğine sadık kalmış oluyor, fakat öte yandan da Batlamyus sistemindeki özellikle episikllere bir itirazı olmadığı görülüyor. Esasen Kopernik bir dereceye kadar eksantriği ve bol bol olmak üzere episikli kendi sisteminde kullanıyor. Fakat Batlamyus sisteminde retrograd hareketleri, yani gezegen hareketlerinde görülen yön değişmelerini meydana getirmeye yarayan ana episikller Kopernik sisteminde, episikl sıfatıyla gereksiz kalarak elenmiştir. Bunlardan üst gezegenlerinkiler yerine Yer yörüngesi geçmiş, alt gezegenlerinkiler ise bu gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngeleri haline gelmiştir. Ayrıca, alt gezegenlerin deferentleri Yer dolanımı dolayısıyla Kopernik sisteminde gereksiz hale gelmiştir.

Böylece, Yer'in Güneş etrafında dolandığını kabul ettiğinden, Batlamyus sistemindeki gezegen ana episikllerine Kopernik'in ihtiyacı kalmamıştı. Kopernik'te bu episikllerden üst gezegenlerinkiler Yer'in Güneş etrafındaki dolanımı, alt gezegenlerinkiler ise bu gezegenlerin Güneş etrafındaki dolanımdan dolayısıyla gereksiz hale geliyordu. Dikkate değer ki Kopernik, böylece,

bu özel episikllere ilişkin olarak, üzerinde İbni Rüştçülerin ısrarla durdukları gerçek nedenleri saptamış, söz konusu hareket düzensizliklerinin bu gerçek nedenleri gün ışığına çıkınca da bu episikllerin episikl olarak herhangi bir fonksiyonu kalmamış oluyordu.

Demek ki bu bakımdan Kopernik'in Aristotelesçi çevrelerin eleştirilerini olumlu yönde değerlendirmiş olduğu görülmektedir. Nitekim *De Revolutionibus*'un önsözünde, evren yapısını aydınlatıp belirleyememek açısından Batlamyus sistemini eleştirirken, Kopernik bu yetersizliği Batlamyus sisteminin temeline konan ana ilkelerin sağlam olmayışına bağlıyor.

Dikkate değer ki, Kopernik'in öğrenciliği sıralarında Krakov Üniversitesi'nde astronomi öğretimi çok yönlü ve geniş kapsamlıydı ve Aristoteles ilkeleri doğrultusunu da kuvvetle temsil ediyordu. Yine, Padua'da mantık dersi veren Girolamo Fracastoro, İbni Rüştçü görüşleri benimsemekteydi. Hatta kendisi ortak merkezli küreler sistemini yeni bir biçimde canlandırmaya da girişmişti.

Batlamyus sistemi ile Aristoteles kozmolojisinin bağdaşmazlığını konu alan tartışmalar Kopernik zamanından bir iki kuşak önce daha da şiddetlenmiş ve Kopernik'in ömrü süresince devam etmiştir. Bu tartışmaların en önemli merkezi o zaman Avrupa'nın en nüfuzlu ve önemli üniversitelerinden biri olan Padua idi. Kopernik ise İtalya'da harcadığı yedi sekiz yılın uzunca bir kısmını burada geçirmişti. Dolayısıyla kendisinin bu fikir ayrılıklarıyla yakından temasa gelmemiş, hatta bunlardan etkilenmemiş olması aşağı yukarı imkânsızdır.

Gezegen yörüngelerindeki dolanımların düzgün ve dairesel olduğunda ısrar etmekle Kopernik esas itibariyle Aristotelesçilere uymuş oluyor. Fakat dışmerkezliliği ve özellikle episikli sisteminde korumuş olduğundan Batlamyus sisteminin Aristoteles fiziğine aykırı düşen bu özel yönlerini benimsemekte bir sakınca görmediği ya da görmemek zorunda kaldığı anlaşılıyor. Yer'i sabit saymayarak Güneş etrafında dolandırması ise gerek Aristoteles'e gerekse Batlamyus sistemine tamamen aykırı bir adımdı. Yer'in kendi ekseni üzerinde günlük bir devir yaptığına karar vermesi de yine böyle idi.

Aristoteles'i da Batlamyus'u da aşmak

Kopernik'in Yer'in Güneş etrafında dolandığını ileri sürmesi özellikle Aristoteles fiziğini ve kozmos görüşünü altüst eder nitelikteydi. Çünkü Aristoteles fiziğinde yer ve gök bölgelerinin ve bu bölgelerde yürürlükte olan yasaların birbirlerinden tamamen ayrı ve farklı olmalarına rağmen Kopernik'in Güneş-merkezli bir sistem kabul etmesi, Aristoteles'teki evren merkezini gökler arasında dolandırmak, dört unsur dünyasını ulvi âlem içinde harekete getirmek ve yerküresi için de düzgün dairesel hareketi doğal hareket saymak demekti.

Nitekim Kopernik'e göre, cisimlerin Yer merkezine doğru doğal hareketi yerküresine özgü bir şey değildi ve diğer gökcisimleri için de geçerli idi. Bunların hepsi de yerküresine benzer birer kümeleşme örneği idi ve bundan dolayı şekilleri küreseldi. Yine, Kopernik, *De Revolutionibus*'un birinci kitabının sekizinci bölümünün başında Yer'in günlük hareketine itiraz olarak Batlamyus'un "Eğer Yer hareket etseydi tek bir kütle halinde kalamayıp parçalanırdı" şeklindeki sözlerine karşılık, böyle bir hareket Yer'in parçalanması sonucunu doğu-

rursa çok çok daha büyük boyutlara sahip olan sabit yıldızlar küresi ve evrenin tümü için günlük bir hareket kabul etmenin büsbütün olanaksız olacağına dikkati çekmiştir. Böyle bir delil ileri sürmesi ise, Aristoteles fiziğindeki beşinci unsur düşüncesini bir yana itivermesi anlamına gelmekteydi. Bununla birlikte gök feleklerini oluşturan maddenin niteliği konusunda kristal küreler gibi beşinci unsur kavramına pek uymayan düşüncelerin esasen daha önceleri de yaygın bir şekilde benimsenmiş olduğunu görüyoruz. Fakat yine de bütün bunlar Kopernik'in Aristoteles fiziğini ve özellikle ondaki ulvi ve süfli âlemler ayrım ve ikiliğini tamamen çiğnemiş ve hiçe saymış olduğunu açıkça göstermektedir. Bu nedenlerle, Kopernik sisteminin Aristotelesçi görüşlerle uzlaştırılması tamamen olanaksızdı.

Fakat öte yandan Kopernik görüşlerini Aristotelesçilerinkine yaklaştırmak da mümkündür ve gerekmektedir. Çünkü onun da onlar gibi fiziksel temelden yoksun bir astronomi sistemiyle tatmin edilmediği açıkça görülüyor. Gerçekten, *De Revolutionibus*'un önsözündeki ifadesine göre, Batlamyus sisteminin evreni bir hilkat garibesi biçimine sokmuş olduğu kanısındaydı. Kopernik bu sistemde sanki kol, bacak, kafa ve daha başka birtakım vücut kısımlarının şekillerinin ayrı ayrı belirlenmesi fakat bu çeşitli kısımlar arasındaki bağlantıların bulunmayışı gibi acayip bir durumla karşılaşıldığını söylüyor.

Kopernik'in burada dile getirmek istediği şey şüphesiz şudur: Batlamyus sistemi her gezegen feleğinin yapısı konusunda bilgiler içeriyor, fakat kendi sisteminin tersine, bu ayrı ayrı felekler arasındaki bağlantılar konusunda bilgi veremiyordu; ya da, ayrı ayrı felekler için içerdiği bilgiler böyle bağlantıların kurulmasına elverişli değildi.

Nitekim yukarıda da işaret edildiği gibi, Batlamyus sistemi gezegen sıraları ve uzaklıkları sorusunu tatmin edici bir şekilde yanıtlayamamış, bu yüzden bazı ciddi eleştirilere hedef olmuştu. Oysa yeni sistem bu karanlık konuya beklenmedik şekilde bir ışık tutmuş, Kopernik gezegen uzaklıklarını Yer'le Güneş arasındaki uzaklık cinsinden büyük başarı ile belirleyebilmişti. *De Revolutionibus*'un önsözünde, Batlamyus'unkinin tersine, kendi sisteminin evren yapısını hiçbir şeyi yerinden kımıldatmaya imkân bırakmayacak şekilde açıklıkla ortaya koymayı başarmış olduğundan dolayı övünmesi bu bakımdan tamamıyla haklı ve yerindeydi.

Demek ki, evrenin kuruluş planının belirlenmesi gerektiği düşüncesi sadece Aristotelesçilere özgü olmamakla beraber, yine de, Kopernik'teki bu eğilimin fiziksel yönü dikkate alınınca, Kopernik evren yapısını belirleme açısından Aristotelesçiler gibi düşünüyor, onların astronomik sistem idealini benimsiyordu. Belki de, daha doğru bir ifade ile gökyüzü olaylarını bir birlik içinde görmek isteyen her sistem kurucusu gibi onun da gökyüzü bölgesinin çeşitli kısımları arasındaki ilişkileri belirsiz bırakmakla tatmin edilmemiş olduğunu söyleyebiliriz. Fakat böyle bir genellemenin bazı Batlamyusçulara tamamen uygun düşmediğini görüyoruz.

Gerçekten, Kopernik bu noktada bu Batlamyusçulardan temelden ayrılmakta ve Aristotelesçilere benzemekteydi. Çünkü daha önce de değinildiği üzere, Batlamyusçular arasında oldukça yaygın bir düşünceye göre, astronomun gö-

revi evrenin fiziksel yapısını ortaya koymak değil, gezegen yerlerini doğru bir şekilde hesaplamaktan ibaret sayılabilirdi. Böyle olunca da, bu hesap sonuçları tatmin edici olduktan sonra, mevcut astronomi sistemlerini eleştirirken hangisinin gerçeğe daha uygun düştüğünü tartışmak gereksizdi. Nitekim, bazı özel niteliklere sahip olmaları şartıyla, bir episikl ile bir eksantrik birbirlerine tamamen denk olabilmekteydi. Demek ki astronomide böyle bir durumda, birbirlerinden bir hayli farklı yapı tarzlarını ve kuvvet etkisi biçimlerini temsil eden bu iki sistemden hangisinin gerçeğe uygun düştüğünü bir karara bağlamak olanaksızdı. Hiparkos'tan itibaren birçok astronomlar bu nokta üzerinde tekrar tekrar durmuşlardı.

Batlamyusçuların bu görüşünü Kopernik'in benimsemediğinde hiçbir şüpheye yer yoktur. Çünkü daha önce işaret edildiği üzere, Kopernik kendi çağında birbirlerinden farklı sistemlerin yan yana yaşamakta olmalarından şikâyetçiydi ve bu durumu düzeltmek arzusuyla bir sistem arama işine girişmişti. O kendi yeni sistemini mevcut diğer sistemlerden üstün ve onları eleyip tek başına geçerli olmaya hak kazanmış bir sistem olarak düşünmekteydi. Ona Batlamyus sisteminin bir tür değiştirilmiş şekli gözüyle bakmış olması söz konusu değildi.

Astronomi sistemlerinin, temellerine konan ilke ve unsurların gerekçelerini ve sağlamlıklarını saptama işini bir tarafa bırakan bir tür hesaplama aracı sayılabileceği tezini Kopernik'in hiç benimsemediğini gösteren başka kuvvetli deliller de vardır. Kopernik, *De Revolutionibus*'un önsözünde, sistemini otuz altı yıl kadar önce tasarladığını söylüyor. Bu ifadesinden anlaşıldığına göre Kopernik yeni sistemini 1507 sıralarında tasarlamıştı. Sistemini tanıtmak amacıyla Kopernik'in hazırladığı ilk eserin kısa adı *Commentariolus*, yani "küçük yorum" dur. Bu kitabı Kopernik bastırmamış, sadece sınırlı sayıda yazma nüshalarını hazırlayarak, anlaşıldığına göre 1512 ya da 1514 sıralarında, bunları bazı meslektaşlarına göndermişti. Sisteminin yapacağı yankılar konusunda mektuplaşmaları olduğu da bilinmektedir. Bu arada Osiander adlı Kilise'ye bağlı bir astronomun da sisteminin yaratacağı olası tepkiler konusunda fikrini sormuştu.

Kopernik'e ve Rheticus'a yazılmış ve zamanımıza ulaşmış mektuplarında Osiander yeni sistemin kuvvetli olumsuz tepkilerle karşılaşacağını söyleyerek Kopernik'e, kitabının önsözünde, astronomide farklı sistemlerin yan yana ve bir arada geçerli sistemler olarak kullanılabileceklerini, bunların evrenin fiziksel gerçeğini ifade etmeleri gerekmediğini, kendisinin de ileri sürdüğü yeni sistemi evrenin gerçek yapısını temsil ettiği iddiasıyla değil de elverişli bir hesaplama aracı olarak ileri sürmekte olduğunu yazmasını, önsözünde bu yolda bir açıklama yapmasını öğütlüyor.

Az önce gördüğümüz üzere, Kopernik söz konusu önsözünde bu yolu takip etmemiş, tersine, sisteminin öbür sistemleri eleyip yürürlükten kaldıracak üstünlükte olduğunu ve evrenin kuruluş ve yapısını gerçek biçimiyle ve herhangi bir onarım ve düzeltiye yer bırakmayacak şekilde temsil etmekte olduğunu açık bir dille ifade etmiştir. Demek ki, Kopernik bu noktada gayet kararlıydı. Çünkü sistemini yayımlamada gösterdiği tereddütlere rağmen, Osiander'in ve belki de daha başka kimselerin bu gibi ısrarlı önerilerine uymamış, karşıtlarına böyle bir taviz vermek yoluna gitmemiştir.

Garip bir tesadüf eseri olarak, Osiander, sonunda, böyle bir önsözü, Kopernik'in iznini almadan ve imzasız olarak eserin başına ikinci bir önsöz şeklinde eklemiştir. Kopernik'in eseri Nürnberg'de basıldığından Kopernik bu işin planlanıp yürütülmesini arkadaşı Giese'ye bırakmış, Giese de baskıya nezaret işini Rheticus'a havale etmişti. Fakat bu arada Rheticus başka bir yere tayin edildiğinden Nürnberg'den ayrılmak zorunda kalmış ve bu işi Osiander'e bırakmıştı. Osiander'in esere eklediği bu önsöz imzasız olduğundan, bir süre sonra, iki önsöz arasında fikir ayrılıkları bulunmasına rağmen, her iki önsözün de Kopernik'e ait olduğu varsayılmaya başlandı. Fakat daha sonra Kopernik'in baskı için hazırladığı kayıp elyazması metin ve konuya ilişkin birtakım başka belgeler gün ışığına çıkmış ve durumun kesinlikle aydınlanması mümkün olmuştur.

Yeni sistemini Kopernik'in gerek Batlamyusçulara ve gerekse Aristotelesçilerin görüşlerine aykırı yeni bir sistem sıfatıyla ileri sürmüş olduğunda, böylece, herhangi bir şüpheye yer kalmamaktadır. Böyle olunca da, önemli bir sorun olarak sıra, sistemini Kopernik'in astronomik yönüyle Batlamyus'unkine ve fiziksel açıdan Aristoteles görüşlerine ne bakımlardan üstün bulduğunu, bu kesin kararında ne dereceye kadar haklı olduğunu ve bu iddiasını desteklemek için ne gibi delillere dayandığını mümkün mertebe açık bir şekilde tespit etmeye gelmiş oluyor.

KOPERNİK KOZMOLOJİSİ

Yer'in Güneş etrafında dolandığını ileri sürebilmek için sabit yıldızlarda paralaks (yer değiştirme) görülmeyişini açıklamak gerekmekteydi. Kopernik bu amaçla sabit yıldızlar uzaklığının Yer-Güneş uzaklığına oranının Yer-Güneş uzaklığı ile Yer yarıçapı arasındaki orandan çok daha büyük olduğunu kabul etmek yoluna gitmiştir. Çünkü bu ikinci oran Güneş paralaksının ölçülebilmesine yol açacak bir değer taşımaktaydı. Gemma Frisius ile Tycho Brahe gibi bazı astronomlar ise, bir bakıma haklı olarak, sabit yıldızlarda paralaks ölçülebildiği takdirde Kopernik sistemini kabul edebileceklerini söylediler. Kopernik de bu ek hipotezi sistemine eklemekte haklı olabilirdi. Fakat bunu gelecek gösterecekti. Sabit yıldızlarda paralaks bulunduğunu ilkin Bessel 1838'de gösterince konu bu yönden sağlam bir desteğe ve yeni bir ışığa kavuştu. Fakat Kopernik'in kendi zamanı için bu varsayım daha fazla olumsuz bir varsayım niteliği taşımakta ve sistemine yöneltilmesi kesin olan itirazlara karşı bir bakıma pasif bir savunma olanağı sağlama amacını gütmekteydi. Hiç değilse, durumu böyle açıklamak mümkündür.

Fakat sorunu daha olumlu yönüyle ele alacak olursak, Kopernik'in bu ek varsayımı sisteminin sağladığı bir tahmin niteliğinde düşünülebilir. Başka bir deyimle, eğer sabit yıldızların bu çok büyük uzaklıkları elverdiği takdirde, o çağda mevcut olanlardan daha hassas aletlerle böyle paralaksların belki de ölçülebileceği sonucunu bu varsayımdan çıkarmak mümkündür. Nitekim sabit yıldızlarda paralaks ölçülememesine rağmen, 17. yüzyıl ortalarından itibaren Kopernik sistemi genel kabul görmeye başladı ve konuda en büyük yetki sahibi

kimseler, aşağı yukarı Kopernik'in düşündüğü gibi, paralaks ölçülemediğine göre sistemi reddetmek gerektiğine değil, sistem doğru olduğuna göre, yıldızların uzaklık derecesi ve ölçü aletlerinin dakikliği elverdiği takdirde, paralaks ölçülebilmesi gerektiği kanısına eğilim gösterdiler ve böyle bir paralaks ölçüp ortaya çıkarmaya çalıştılar.

Gezegenlerin gökteki yerlerini gözlem sonuçlarına uygun şekilde tespit edebilmek bakımından Kopernik sisteminin Batlamyus sistemine açık bir üstünlüğü olmadığını söyleyebiliriz. Esasen yeni sistem Batlamyus sistemine kıyasla kesinlikle daha doğru cetvellerin yapılmasını mümkün kılsaydı, bu üstünlük Kopernik sisteminin ana prensiplerinden değil, bunlara eklediği tali düzenlemelerden ve ek teknik ayrıntılardan ileri gelecekti. Bunlar ise bu sistemin devrimsel yönünü ve özünü temsil etmeyeceklerdi. Üstelik Aristoteles fiziğine aykırı düşen görüşlerini Kopernik'in fizik yönünden ikna edici bir tarzda savunabilme durumunda olduğu da söylenemez. Bu gibi olanaklar bilimin Kopernik'ten sonra giderek gerçekleştirdiği gelişmelerle sağlanabilmiştir. Şu halde, Kopernik'i sisteminin gerçeğe uygun ve Batlamyus sisteminden üstün olduğuna kuvvetle inandıran şeyler nelerdi?

Güneş'in önemine ilişkin…

Kopernik öğretisinin Batlamyus sistemine ve daha da büyük ölçüde Aristoteles kozmolojisine aykırı düşen en belirgin tarafı Yer'i merkezden kaldırarak Güneş etrafında dolandırması ve Güneş'i evren merkezine getirmesiydi. Bu değişikliği makul gösterme yolunda, Kopernik *De Revolutionibus*'un birinci kitabının onuncu bölümünde Güneşin bütün evreni aydınlatan güçlü bir ışık kaynağı olduğuna değinerek onun muhteşem bir tapınağa, kudretli bir yöneticiye ve evrenin gözbebeğine benzetilmiş olduğunu hatırlatmakta, böyle düşünceler üzerinde durmuş birtakım yazarlara atıflar yapmakta ve bütün bu gibi nitelikleriyle evren merkezini işgal etmesi en çok yakışık alan gökcisminin Güneş olacağını söylemektedir.

Buna dayanarak bazı araştırıcılar yeni sistemini kurarken Kopernik'in hareket noktasının işte bu düşünce olduğunu, dolayısıyla da Kopernik sisteminin doğuşu olayının anahtarının burada bulunacağını ve Kopernik sisteminin ortaya çıkışı olayının açıklanmasında bu noktaya büyük ağırlık tanınması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Fakat bu yoldan Kopernik'in büyük keşfinin biraz olsun aydınlandığını mı, yoksa bir esrar perdesine büründüğünü mü düşünmenin daha uygun olacağı konusunda karar vermekte tereddüt edilse yeridir.

Bu gibi düşünceler genellikle Yeni-Platonculara ve Pisagorculara ve özel olarak Filolaos'a bağlanabilir. Kopernik ise Filolaos'un adını, Yer'i evren merkezinden ayırmış olan eski sistem kurucularına örnek olarak özellikle anıyor. Fakat bunu Filolaos'un evrende Güneş'e uygun gördüğü yer bakımından değil, Yer'e evren merkezi etrafında bir dolanım vermiş olduğundan dolayı yapıyor. Çünkü bir hayli ilkel olan Filolaos sisteminde evren merkezinde Güneş değil, varlığı kendinden menkul merkezi ateş bulunmaktaydı. Bu gibi düşüncelerin Kopernik için bir esin kaynağı olduğu kabul edilebilir. Fakat Kopernik'in keşfinin anahtarını çok daha açık ve somut düşüncelerde aramak doğru olur.

Eğer Kopernik Güneş'in önemine ilişkin bu gibi mistik düşüncelere gerçekten büyük ağırlık tanımış olsaydı, eserinin önsözünde buna bir işaret bulunması gerekirdi. Fakat Kopernik bu sonucu delil yokluğundan çıkarmamıza gerek bırakmıyor. *Commentariolus*'unun başında yedi temel varsayımını vurguladıktan hemen sonra, "Kimse benim sağlam gerekçelere dayanmaksızın Pisagorculara uyarak Yer'e hareket tanıdığım kanısına ulaşmasın" diyerek bu konuda okuyucularına kesin bir ihtarda bulunuyor.

Kopernik'in adeta bir Güneş kültü çeşnisini veren Güneş'in önemi konusundaki bu beyanını *De Revolutionibus*'un önsözündeki bazı açık ifadelerle karşılaştırmak mümkündür. Bunlar ise evrenin fiziksel yapısının Batlamyus tarafından belirlenemediği, oysa Yer merkezden kaldırılıp Güneş etrafında dolandırılınca bu sakıncanın ortadan kalktığı yolundaki sözleridir.

Güneş'in evren içindeki büyük önemine, sıcaklık ve ısı kaynağı olduğuna ve bir tapınağa ya da hükümdara benzediği şeklindeki sözlere Kopernik'ten iki kuşak kadar önce yaşamış olan Peurbach ile Regiomontanus'ta da rastlanmaktadır. Fakat bu astronomlarda bu yarı bilimsel sözler, başka kullanılış örneklerinden farklı olarak, astronomi bakımından çok daha açık konularla bir araya getiriliyor. Çünkü üst gezegenlerin episikl hareketleriyle Güneş'e bağlandıkları, Venüs ile Merkür'ün de Güneş'le kenetlenmiş olduklarına ve Güneş'in böylece evrende bir yönetici ve bir düzen verici durumunda bulunduğuna da bu iki astronomda bu vesile ile atıflarla karşılaşılmaktadır.

Regiomontanus'un bu konu üzerinde Peurbach'tan daha ayrıntılı bir şekilde durduğu gibi, yürürlükteki sistemler üzerine ilginç eleştirileri olduğu da görülüyor. Kendisinin bu gibi düşüncelerinin önemli bir kısmı not halinde kalmış ve yayımlanmamıştı. Fakat Kopernik'in İtalya'daki öğrenimi sırasında hocası Domenico Maria da Novara yoluyla Regiomontanus'un bu düşünceleriyle tanışmış olması muhtemel sayılabilir. Novara'nın hocası Giovanni Bianchini'ye yazdığı mektuplarda Regiomontanus bu gibi düşüncelerini söz konusu etmişti. Novara bu yoldan bu düşüncelerden haberdar olmuş olabilir. Çünkü o Regiomontanus'a büyük değer vermekte ve kendisini onun öğrencisi saymaktaydı. Kopernik'in de Regiomontanus'a bağlılık duymuş ve İtalya'ya öğrenimini devam ettirmek üzere yaptığı seyahat sırasında yanına aldığı küçük sayıdaki kitaplar arasında onun bir eserinin de bulunmuş olması bu bakımdan ilgi çekicidir.

Aslında, üzerinde durduğumuz özel konuda Kopernik'in Peurbach'tan ya da Regiomontanus'tan esinlenmiş olması şart değildi. Çünkü Güneş'le iç ve dış gezegenler arasındaki söz konusu ilişkiler yaygınca bilinen şeylerdi. Esasen Batlamyus'ta da bu ilişkilere atıflarla karşılaşılmaktadır. Bizi burada ilgilendiren özel mesele, daha fazla, bu gibi açık astronomi problemleriyle Güneş'in evrendeki konumunun önemi konusunda ileri sürülmüş olan ve Kopernik'in de üzerinde şöyle bir durduğu belirsiz düşüncelerin bir araya getirilmeleri meselesidir. Çünkü yukarıdaki karşılaştırmaya göre, Peurbach ile Regiomontanus'ta olduğu gibi, Kopernik'te de bu iki konunun birbirleriyle ilişkilendirilmiş ve bağlanmış olması olası görünmektedir.

Fakat böyle bir etkilenme olasılığı ister büyük ister küçük olsun ve yine, Güneş'in önemine ilişkin belirsiz sözlerle gezegenlerin çeşitli bakımlardan

Güneş'e bağlı kalışları arasında Kopernik'te bir bağlılık bulunup bulunmaması durumu ne olursa olsun, Kopernik'in gezegenlere ilişkin bu konu üzerinde ciddiyetle durmuş olması gerekir. Ayrıca, bu konuya dikkatinin çok erken çekilmiş olduğunu düşünmek de akla uygun görünüyor. Çünkü Krakov'daki öğrenciliği sırasında kendisiyle yakın temas kurduğu Brudzevski de bu mesele üzerinde durmuş bulunuyordu. Brudzevski'ye saygı duyduğu o zaman aldığı notlardan anlaşılan Kopernik'in ise sisteminin ana hatlarına genç yaşlarında ulaşmış olduğu anlaşılıyor. Bu bakımdan da onu yeni sistemine ulaştıran düşünce unsurlarının en belirginlerinden birinin gezegen hareketlerindeki bu özellikler olmuş olması ihtimali üzerinde önemle durulabilir.

Fakat bu ayrıntı bilgiler üzerinde durmaksızın da, hareketlerindeki çeşitli özellikleriyle gezegenlerin Güneş'e bağlılıklarını dile getiren Batlamyus sistemindeki episikl ve eksantriklere Kopernik'in zihninin takılmış olduğunu ve onu yeni sistemine ulaştıran düşünce unsurları arasında en önemlilerinden birinin bu konuda aranması gerektiğini tereddüde düşmeden söylemek mümkündür. Çünkü Kopernik kendi sisteminde bu episikllerle alt gezegen eksantriklerini kaldırmış, Batlamyus sistemindeki bu en belirgin düzenlemeler karşılığında Yer'in Güneş etrafındaki dolanımı ile alt gezegenlerin yine Güneş etrafındaki yörüngelerini getirmişti. Kopernik sistemi, Batlamyus sistemine kıyasla açık üstünlüğünü sağlayan önemli niteliklerini de bu yoldan kazanmış bulunmaktaydı.

Yer'in Güneş etrafında dolandığı kabul edilince sorunlar ortadan kalkıyor

Söz konusu episikl ve eksantriklerle Güneş arasındaki ilişkiler üzerinde biraz daha ayrıntılı bir biçimde duralım, örneğin, Batlamyus sisteminde Güneş'in dolanım periyoduyla Merkür ve Venüs'ün episikl merkezlerinin dolanım periyotları, yani eksantrik veya deferent devreleri, birbirlerine eşitti. Başka bir deyimle, bu gezegenlerin episikllerinin merkezleri Güneş'le çakışık, daha doğrusu, aynı doğrultuda, kalmaktaydı. Fakat Batlamyus sistemi, bu eşitlik veya çakışıklık durumunun nedenlerini açıklamasız bıraktığı gibi, bu iki gezegenin bu bakımdan neden aynı özelliğe sahip olduklarını da açıklayamamaktaydı. Merkür ile Venüs'e ilişkin olarak Batlamyus sisteminin açıklayamadığı bir başka konu da Yer etrafında dolandıklarını kabul ettiği halde bu iki gezegenin neden daima Güneş'e yakın kaldıkları ve Güneş'ten belli azami açılardan fazla ayrılmamakta olmaları meselesiydi. Daha doğrusu, Batlamyus sistemi bu olgulara bu gezegen episikl merkezlerini Güneş'le çakışık tutmak suretiyle ayak uydurmaktaydı.

Batlamyus sisteminde Mars ile Jüpiter ve Satürn'ün episiklleri üzerindeki dolanım periyotları bu gezegenlerin Güneş'le olan kavuşum periyotlarına eşit kabul edilmek zorundaydı. Batlamyus sistemi böyle bir eşitliğin neden var olduğunu ortaya koyamamakta ve bu üç gezegende bu özelliklerin ortak oluşunun da açıklamasını yapamamaktaydı. Ayrıca, Batlamyus sisteminde üst gezegenlerin Güneş'le konjonksiyon (kavuşum) zamanları episikllerinin apojelerine, yani burçlar yönündeki hareket hızlarının azamiye ulaşması zamanına, Güneş'le opozisyon (karşı karşıya gelme) zamanları ise episikllerinin

perijelerine, yani retrograd hızlarının azami değerine ulaşması zamanına rastlamaktaydı. Bu özellikler neden ileri geliyordu ve neden Mars ile Jüpiter ve Satürn bu bakımlardan ortak nitelikler taşımaktaydılar? Bu sorular da Batlamyus sisteminde yanıtsız kalmaktaydı. Oysa Kopernik sistemi gerek alt ve gerekse üst gezegenlere ilişkin bütün bu gibi gizemli noktaları kendiliğinden anlaşılır hale getirmiştir.

Kopernik'in Güneş'i sabit tutarak Yer'e ve diğer gezegenlere Güneş etrafında bir dolanım hareketi kabul etmesi ile söz konusu episikl ve eksantriklerin bu ek ve görünüşte birbirleriyle bağlantısız özelliklerinin açıklamasını bulması birbirleriyle birleşip kaynaşan şeylerdir. Çünkü bu özellikler Güneş'in sözde dolanımıyla bağlı tutulunca, her beş gezegen için ayrı ayrı ek varsayımlar halinde ve açıklamasız kalmakta, Yer'in Güneş etrafındaki dolanımıyla ilişkilendirilip birleştirilince ise bu bir tek dolanım yoluyla otomatik olarak açıklanabilmektedir.

Kopernik'i hazırlayan kültür ortamının yol açmasıyla bu özel episikl ve eksantriklerin gerçek fiziksel nedenleri Kopernik tarafından keşfedilince, bu episikl ve eksantriklere ilişkin esrarlı noktalar aydınlanmış, fakat bunun bir sonucu olarak da bunlar gereksiz hale gelmişti. Böylece, Kopernik'in Batlamyus sisteminde belirgin bir şekilde izahsız kalan bu ek varsayımlarla tatmin olmayı kabul etmeyişi, genellikle episikller ve eksantrikler için gerçek fiziksel neden bulma ihtiyacı üzerinde esasen ısrarla durulmuş bulunulması ve bu ek varsayımlarla Güneş arasında açık bir bağlılık bulunuşu, yani bu üç ipucu veya etmen bir arada, Kopernik'in Güneş yerine yerküresine bir dolanım tanımasına yol açmış olmalıdır.

Bu temel değişikliğin bir sonucu olarak, Kopernik sistemi, gökte gezegen yerlerini tahmin bakımından Batlamyus sisteminden daha başarılı olmasa bile, gerek alt ve gerekse üst gezegen hareketlerindeki ikinci eşitsizlik adıyla anılan bu en belirgin düzensizliklere ilişkin sözü geçen ayrıntıların net açıklamalarını verebilmesi bakımından Batlamyus sistemine oranla kesin bir üstünlüğe sahipti.

Kopernik, Batlamyus sistemindeki bu episikllerle eksantriklerin izahsız kalan söz konusu özelliklerine, genellikle dolaylı olarak ve daha fazla kendi sistemini açıklama açısından, her iki eserinde de az çok ayrıntılı bir şekilde atıflar yapmaktadır. *De Revolutionibus*'ta bu gibi açıklamalar birinci kitapta genel bir biçimde ve beşinci kitapta ayrıntılı olarak verilmektedir. Ayrıca, bu konuda söylediklerine ek olarak, evren yapısına ilişkin sözlerini de bu episikllerle ilişkilendirmek mümkündür. Çünkü Kopernik zamanına değin, gezegen uzaklıklarının belirlenmesinde gezegen feleklerinin kalınlığı önemli rol oynamakta ve Batlamyus sisteminde feleklerin kalınlığı özellikle bu episikllerin boyutuna bağlı bulunmaktaydı.

De Revolutionibus'un birinci kitabının onuncu bölümünde Güneş'in önemi konusunda sözü geçen genel ifadelerinden sonra, Kopernik, örneğin, Yer'in Güneş etrafında dolandığı kabul edilince bütün gezegenlerin retrograd hareketlerinin nedenlerinin açıklığa kavuştuğunu, ne için Jüpiter retrograd hareketinin Satürn'ünkinden büyük ve Mars'ınkinden küçük, Venüs'ünkünün

ise Merkür'ünkinden büyük olduğunun ve Satürn'ün neden bu hareketinin Jüpiter'inkinden ve Merkür'ünkinin Venüs'ünkinden daha sık meydana geldiğinin de anlaşılır duruma geldiğini söylüyor. Sözüne devamla, üst gezegenlerin geceleyin doğmaları halinde neden bize daha yakın, sabah ve akşam yıldızları iken ise daha uzak göründüklerinin ve özellikle Mars'ın gece yıldızıyken neredeyse Jüpiter kadar büyük görünüp ancak kırmızımtrak rengiyle ondan ayırt edilebilmesine karşılık sabah ve akşam yıldızı oluşu sıralarında ikinci derecede parlak yıldızlar arasında zor seçilir duruma geldiğinin de bu sistemle güzelce açıklandığına dikkati çekiyor. Bütün bu konuların böylece tek bir nedene dayandığını, bu nedenin ise Yer'in Güneş etrafındaki dolanımı olduğunu Kopernik bu sözlerine ekliyor.

Kopernik'in bu ifadeleri yukarıda ileri sürülen düşünceleri desteklemekte ve doğrulamaktadır. Çünkü bu sözlerinde Kopernik, Batlamyus sitemini bu episikl ve eksantriklerindeki birbirlerinden kopuk varsayımlar açısından doğrudan doğruya eleştirmemekle beraber, kendi sisteminin aynı bakımlardan üstünlüğüne işaret ediyor. Böylece de, aynı eleştiriyi dolaylı bir şekilde yapmış oluyor. Dolayısıyla bu gibi çeşitli özelliklerin kendi sisteminde tek nedene bağlanmakta olduğuna dikkatimizi çekmekle de, aynı suretle, Batlamyus sisteminde bu ek varsayımların tek başlarına ve kopuk kaldıklarına zihninin takılmış olduğunu ve bunu o sistemin kusurlu ve yetersiz bir yönü saydığını yine dolaylı bir yoldan ifade etmiş oluyor.

Kopernik'in bu sözlerinin, onun Batlamyus sistemine ilişkin olarak gezegen retrograd hareketleriyle gezegen uzaklıkları konuları arasında bağ kurmuş olduğu yolundaki düşüncemizi gerçeklemekte olması da ilgi çekicidir. Nihayet, metninin bu kısmında, Kopernik'in Güneş konumunun önemi ile retrograd hareketler konusunu peş peşe vurguladığı görülüyor. Demek ki bu iki konu arasında Kopernik bir ilişki görmekte, hiç değilse çağrışımla bunları birbirine bağlamış bulunmaktadır. Oysa aralarındaki böyle bir bağlılık kendi sistemi için değil, Batlamyus sistemi için geçerlidir. Çünkü gezegen retrograd hareketlerine ilişkin özellikler kendi sisteminde Güneş'e değil Yer dolanımına bağlanmaktadır.

Kopernik'in bu sözlerinde bu bakımdan sanki atlanmış bir ara adım bulunduğu sezilmektedir. Bu da Kopernik'in burada kendi sisteminin olumlu yönlerini belirtirken dolaylı olarak Batlamyus sistemini de eleştirmekte olmasının bir sonucu olsa gerektir. Böylece, bu özel örnekte, kurduğu ardışıklık bağlantısı yoluyla, bize bu konudaki düşüncesinin sonucu hakkında değil, kaynağı hakkında ipucu ve bilgi vermiş oluyor. Demek ki, gezegen retrograd hareketlerine ilişkin olarak Batlamyus sisteminin hiç de tatmin edici olmayan birbirinden kopuk ek varsayımları Kopernik sisteminin doğuşunu büyük ölçüde etkilemiş olduğu gibi, Güneş konumunun önemi konusundaki sözleri de Kopernik'in zihninde, kaynağı itibarıyla, gerçekten retrograd hareketler konusuyla bağlantılı olmuş olmalıdır.

İç gezegenler için, Batlamyus sisteminde, söz konusu episikllerin merkezleri Güneş'le Yer'i birleştiren doğru üzerinde tutulacağına bu merkezler Güneş'le çakışacak şekilde yerlerinden kaydırılırsa, bu gezegenler Güneş etrafında dolandırılmış olur. Dış gezegenlere gelince, Batlamyus sisteminde bu gezegenlerde

gezegeni episikl merkezine birleştiren yarıçap Yer'le Güneş'i birleştiren doğrultuya paralel kalmaktadır. Eğer bu yarıçapla episikl merkezini Yer'le birleştiren doğru parçası üzerine bir paralelkenar çizilecek olursa, bu şeklin episikl yarıçapına paralel olan kenarı yer etrafında episikle eşit bir küçük çember çizer. Paralelkenarın gezegenle bu küçük daire çevresini birleştiren kenarı ise, merkezi Yermerkezli küçük çember çevresinde bulunan ve bu küçük çember çevresinde hareket eden büyük bir daire çizer. Yeni şekliyle bu düzenlemede küçük çember deferent, büyük çember de onun çevresi üzerinde hareket eden bir episikl vazifesini görür ve bu yeni episiklin merkezi, iç gezegenlerde olduğu gibi, hep Güneş doğrultusunda kalır. Yani bu yoldan dış gezegen deferent ve episiklleri iç gezegenlerinkine benzer bir şekle dönüştürülmüş olur. Böylece, bu yeni biçimiyle, dış gezegen episikllerinin merkezleri de Güneş'le çakışacak şekilde yerlerinden kaydırılırsa, bunlar da Güneşmerkezli bir biçime dönüştürülmüş olur. Bu sefer de, üçüncü bir adım olarak, Güneş Yer etrafında dolandırılacağına Yer Güneş etrafında dolandırılırsa, Batlamyus sistemi Yermerkezli şeklinden Güneşmerkezli bir şekle, yani Kopernik sistemine dönüştürülmüş olur.

Gezegen uzaklıkları ve sıralanışları sorununun çözümü

Bazı astronomi tarihçileri kendi sistemini Kopernik'in böyle bir yoldan bulmuş olduğu tezini benimsemişlerdir. Ancak, Kopernik böyle bir arı geometrik dönüştürme ile sistemini bulmuş olsaydı, zihninde, sisteminin Batlamyus sisteminden üstünlüğü yerine ona denkliği düşüncesinin ön planda yer alması gerekirdi. Çünkü böyle bir dönüştürme geometrik işlemler dışında herhangi bir düşüncenin temele konmasını gerektirmemektedir. Kopernik ise zamanında yürürlükte olan sistemlerde ve bu arada Batlamyus sisteminde gördüğü yetersizliklerden dolayı yeni bir sistem aramak ihtiyacını duymuştu ve aralarında kesin bir tercih yapılamaması yüzünden farklı sistemlerin yan yana yaşayabilmekte olmasından yakınmaktaydı.

Yine, böyle bir dönüştürme, temelindeki anlayış ve zihniyet bakımından, gezegen feleklerini Batlamyus sisteminde olduğu gibi ayrı ve birbirlerinden kopuk kabul eden ve buna razı gelen bir işlem niteliği taşır. Oysa Kopernik felekler arasında bağlantı kurulması ve evrenin yapısının tümüyle bir birlik içinde gösterilmesine büyük önem vermekteydi. Bu nedenle, onun, böyle bir dönüştürme sürecinden bağımsız olarak, gezegen uzaklıklarını ele alması gerekliydi. Böyle bir olanak ise bir taraftan söz konusu dönüştürmede öngörülmeyecek bir şeydi ve öte yandan da Kopernik bu uzaklık belirlenmesi işini sisteminin kendi bünyesinin sağladığı olanaklara dayanarak yapmış ve bunu kendi sisteminin üstünlüğünün önemli bir göstergesi saymıştı. Bu da söz konusu geometrik dönüştürmenin Kopernik sistemine geçme sürecinde yeterli bir işlemi temsil etmediğini göstermektedir.

Kopernik'in kendisi, *De Revolutionibus*'un önsözünde, ilkin, zamanında farklı sistemlerin yan yana yaşamakta olmalarına bakarak bu konudaki bilgilerin yetersizliğine dikkatinin çekilmiş olduğunu, bunun üzerine daha önceleri ileri sürülmüş başka sistemler bulunup bulunmadığını araştırmaya karar verdiğini ve yeni sistemini kurarken daha önceleri Yer'e hareket tanımış ve Yer'i mer-

kezden kaldırmış sistem kurucularından esinlendiğini söylemekte, kitabının metin kısmında da bu konuya ilişkin bazı ayrıntılara kısaca değinmektedir. Buna göre, Kopernik'in Yer'i merkezden kaldırıp onun hareket ettiğini ileri sürme kararına Batlamyus sistemini matematiksel işlemlerle değiştirip yeni bir şekle dönüştürerek ulaşmamış olduğunu, Kopernik'in kendisi de bir bakıma bize söylemiş, bu sonucu pekiştirmiş oluyor.

Kopernik *De Revolutionibus*'un birinci kitabının onuncu bölümünde Merkür'le Venüs'ü Güneş etrafında, Güneş'le dış gezegenleri de Yer etrafında dolandıran Pontos'lu Herakleides sisteminden söz ederek böylece alt gezegenlerin Güneş'ten belli azami açılardan fazla ayrılmayışları gibi konuların açıklandığını söyledikten sonra, eğer araya Yer yörüngesini koymak şartıyla, üst gezegen yörüngeleri de aynı suretle Güneşmerkezli hale getirilirse, bunda yanılınmış olunmayacağını söylüyor.

Kopernik'in bu ifadesinin yukarıdaki iddiayı desteklediği düşüncesi akla gelebilir. Fakat Kopernik burada gezegen uzaklık ve sıralarının belirlenmesi konusu üzerinde konuşmaktadır. O bu sözleriyle kendi sisteminin doğuşu hakkında bilgi vermeyi değil, onu savunmayı ve Batlamyus sistemine üstünlüğünü saptamayı amaçlamaktadır. O bu sözleriyle Batlamyus sistemine rakip bir başka sistemi araya koyarak tartışmasını pekiştirme yoluna gidiyor. Bu bakımdan da sözün gelişinin kendi sisteminin Batlamyus sisteminden çıkabileceği şeklindeki bir düşünceden uzak olması gerekir. Fakat buna rağmen, eğer, yine de, Kopernik'in bu sözleri, ayrıca, sisteminin onun zihninde nasıl oluşmuş olduğu hakkında da bir bilgi içeriyorsa, bu onun Herakleides sisteminden esinlenmiş olduğunu ifade eder ki, bu da şüphesiz Batlamyus sistemini dönüştürme işinden farklı bir şeydir.

Eğer Kopernik kendi sistemine matematiksel bir dönüştürme yoluyla Batlamyus sisteminden geçmiş olsaydı, ilkin, ara adım olarak, Tycho Brahe'nin sonradan ileri sürdüğü sistemi bulmuş olacak, bundan sonra da Güneş dolanımı yerine Yer dolanımını kabul ederek kendi sistemine geçmiş olacaktı. Eğer Kopernik böyle bir ara adımdan geçmiş olsaydı buna kitabında yahut da konuya ilişkin diğer kaynak ve belgelerde, kısa ve belirsiz de olsa, bir atıfta bulunması gerekirdi. Bu bakımdan da, söz konusu dönüştürme sürecinin olasılığının az olduğu söylenebilir.

Demek ki, kısaca, eğer Kopernik bu gibi geometrik dönüştürmelerden gerçekten yararlanmışsa, yine de, bu gibi işlemlerin onu yeni sistemine götüren yolun özsel yönünü değil, ayrıntıya ilişkin bir tarafını dile getirmekte olacağını düşünmek akla yakın görünmektedir. Kaldı ki, Kopernik böyle bir dönüştürmenin içerdiği zihniyetin etkisi altında bulunsaydı Osiander'in tavsiyelerine uymamaktaki kararlılığının da pek anlamı kalmamış olurdu.

Gerek Batlamyus'ta ve gerekse ortak merkezli küreler sisteminde gezegen uzaklıklarını ve sıralanışlarını belirlemek için bir yol bulunamadığı gibi, bu problemin bu sistemler aracılığıyla çözülebileceğini ümit etmek için bir neden de yoktu. Arı geometrik ve kinematiksel biçimiyle Batlamyus sisteminde gezegen felekleri birbirlerinden ayrı ve bağımsız olarak ele alınma durumundaydılar ve bunlar arasında bir bağlantı kurulması yolu da kapalıydı. Ayrıca,

bu şekliyle bu sistemde her gezegenin deferent ve episikl yarıçapları oranları değiştirilmedikçe bunların teker teker boyutlarının sabit salt bir değeri yoktu. Ayrıca, aynı bir felekte episikl ve eksantrik oranı sabit olsa da, ayrı iki gezegenin felekleri arasında bu şekilde herhangi bir ilişki kurulması olanaksızdı.

Bu nedenlerle, feleklerin uzaklığı konusunda bu sistem herhangi bir bilgi veremiyordu. Gezegen yerlerinin sabit yıldızlar küresindeki izdüşümleri bu sistemce belirlenmekte, bu gökcisimlerinin uzaklıkları bu izdüşümlerinin yerlerinde herhangi bir farklılık yaratmamaktaydı. Bundan dolayı Batlamyusçular kendilerini gezegen uzaklıkları sorunundan pek sorumlu saymamak durumundaydılar. Fakat buna rağmen genellikle bu konuya ilgi duymaktan geri kalmamakta ve ayrıca ortak merkezli küreler sistemini de uzaklık değişmelerinin hesabını verememesi yüzünden eleştirmekteydiler.

Ortak merkezli küreler sisteminin Ödoksos evresi de felekler arasında herhangi bir bağ kurmamak bakımından Batlamyus sisteminin arı geometrik şekline benziyordu. Aristoteles safhasında ise bu sistemde, felekler arasında, hareketleri silici ve telafi edici ek küreler aracılığıyla bağlantı kurulmuş ve evrende boşluk bulunamayacağı temel ilkesine dayanılarak feleklerin birbirlerine bitişik olduğu kabul edilmişti. Fakat bu bağlantı tarzı ve bitişiklik ek varsayımı, nicelleştirilmeye ve gezegen uzaklık ve sıralanışlarına olumlu bir şekilde ışık tutmaya elverişli değildi.

İslam dünyasında ve geç-ortaçağ Avrupa'sında Batlamyus sistemi genellikle, Aristoteles kozmolojisine uyularak, birbirlerine bitişik felekler şeklinde tasarlanmaktaydı. Bu biçimiyle Batlamyus sistemi gezegen uzaklıklarını belirlemek sorumluluğu altına girmiş sayılabilirdi. Fakat yine de, doğal olarak, bu konuda bir başarı gösterebilmiş değildi.

Böylece, Kopernik sisteminin gerek gezegen uzaklıklarını ve gerekse sıralanışlarını başarı ile ele alabilmesi onun hem Batlamyus hem de ortak merkezli küreler sisteminden üstün olduğunu göstermekte ve yeni sistemin büyük çaptaki bir başarısını dile getirmekteydi. Çünkü gerek Batlamyusçuların gerekse Aristotelesçilerin gezegen uzaklıkları için öne sürebildikleri sonuçlar temelsiz ek varsayımlara dayanmaktaydı. Fakat yine de bu sonuçlar kısmen belirsiz kalıyor, kısmen de gözlem sonuçlarına aykırı düşüyordu. Daha doğrusu, bu sonuçların tamamen belirsiz kalmayanları kısmen gözlem sonuçlarına aykırı düşüyor, bazılarının da aykırı oldukları tahmin ediliyor ve kanıtlanıyordu.

Kopernik sistemi ise bu belirsizlikleri kaldırarak bu konularda açık sonuçlar ve somut değerlerle ortaya çıkabilmekte ve bu sonuçları hiçbir ek varsayıma dayanmadan elde edebilmekteydi. Kopernik sisteminde gezegen uzaklık ve sıralarının belirsiz kalması şöyle dursun, bu sistem, bu meseleleri, üzerlerinde bir kararsızlık veya belirsizliğe yer bırakmayacak şekilde kesin sonuçlara kendiliğinden bağlamaktaydı. Gerçekten, Kopernik bu yoldan Aristotelesçilerin gerekli gördükleri evren yapısının belirlenmesi işini o derecede büyük başarıyla çözüme bağlayabilmişti ki, onların bu genel konuda Batlamyus sistemine yönelttikleri eleştiriyi o yalnız Batlamyus sistemine değil, Aristotelesçilerin kozmolojisine de yöneltecek durumda bulunuyordu ve daha sonra göreceğimiz gibi Kopernik bu olanağı çok verimli bir şekilde değerlendirdi.

Uzaklık belirleme konusunda Ay ile Güneş istisnai bir durumdaydılar. Bunların Yer'e uzaklıkları paralaks ölçüleri, tutulma gözlemleri ve Ay yarım daire şeklinde görüldüğü zaman alınmış özel ölçüler yardımıyla Batlamyus zamanından da öncelerinden itibaren belirlenmeye başlanmıştı. Bu sonuçlar düzeltiye muhtaçtı. Fakat bu iki uzaklık bakımından Kopernik bir temel yenilik getirmiş değildi.

Ay'ın Yer'e uzaklığının değişmesi Batlamyus sisteminde kullanılan hipotetik model veya düzenlemeyle göze çarpacak şekilde abartılmaktaydı. Kopernik Ay hareketini temsil eden yeni bir geometrik düzenlemeyle bu sakıncalı durumu oldukça tatmin edici bir şekilde düzeltmeyi başardı. Kopernik'in bu hedef için kendisinden iki yüz yıl kadar önce yaşamış olan Müslüman astronom ve muvakkiti (Güneş'e bakarak namaz vakitlerini bildiren kimse) İbni Şâtır'ın bulduğu çift episiklli geometrik ve kinematiksel düzenlemenin aynını kullanmış olması çok ilgi çekicidir. Ayrıca, Kopernik böyle çift episiklli düzenlemeleri diğer gezegenler için de kullanmış olduğundan, Ay'a uyguladığı İbni Şatır düzenlemesinin Kopernik için geniş ölçüde ilham kaynağı olduğu söylenmiştir. Bununla birlikte, bu konu Kopernik sisteminin getirdiği yeniliğin ana hatlarına değil, teknik ayrıntılarının tespit ediliş tarzına ilişkin bir husustur.

Rheticus'un söylediğine göre Kopernik'in yeni sistemini ileri sürmesinde Merkür gezegeninin parlaklık değiştirmesi olayı üzerindeki düşüncelerinin etkisi olmuştur. Dikkate değer ki, Merkür'e ilişkin olarak Kopernik'in kullandığı bir düzenleme yine İslam astronomisi kökenlidir. Bu gezegenin hareketini meydana getiren düzenlemede, Batlamyus'ta, bir doğru parçası boyunca yer alan bir öteleme hareketi işe karışmaktaydı. Kopernik bu öteleme hareketini Nasîrüddin-i Tûsî'nin keşfi olan ve yarıçapları 1/2 oranında olup küçüğü büyüğü içinde bir yuvarlanma hareketi yapan birbirine teğet iki daireden oluşan bir model yardımıyla açıklamıştır. Bu yoldan, gökcisimlerinin doğalarına aykırı sayılan doğrusal hareket yerine bu cisimlere uygun düştüğü düşünülen düzgün dairesel hareket kullanılmış oluyordu. Böylece Kopernik'in fizik bakımından gökcisimleri için kabul ettiği düzgün dairesel hareket temel ilkesi tatmin edilmiş olmaktaydı. Fakat Merkür dolanım hareketinin gösterdiği bazı özellikleri yansıtmaya yarayan bu düzenleme de astronomi bakımından Kopernik'in getirdiği temel yenilikleri ve sisteminin ana hatlarını değil, yine Ay örneğinde olduğu gibi, teknik ayrıntının işleniş biçimini ilgilendirmektedir.

De Revolutionibus'un birinci kitabının onuncu bölümünde ve Herakleides sistemine değinen sözlerinden hemen önce, Kopernik gezegen uzaklık ve sıralanışları meselesinin nasıl bir çıkmaza girmiş olduğunu, yarı anlaşılmış belirsiz bilgilerle çevrilmiş ve sarılmış durumda bulunduğunu ve bu dolaşık ve çetrefil durumdan sıyrılıp konuyu aydınlatmanın ne kadar güç olduğunu güzel ve ayrıntılı bir şekilde anlatıyor. Oysa kendi sistemi bir taraftan birbirleriyle bağdaştırılamayan öte yandan da net bir bilgi ve anlayışla üzerlerine eğilinemeyen bu bulanık düşünceleri bir yana iterek, kendi bünyesinin yarattığı olanaklarla aniden konuya beklenmedik bir berraklık getirmiş, gezegen uzaklık ve sıralanışları sorununu net bir çözüme bağlamayı başarabilmişti. Bu bakımdan, sisteminin bu üstün yönü üzerinde Kopernik'in ısrarla durması ve

hatta bu başarısıyla övünmesi tamamen haklı ve yerinde bir düşünce ve davranışı temsil etmektedir.

Bütün evreni kapsayabilen ilk astronomi sistemi

Kopernik'in gezegen uzaklıkları ve sıralanışları sorununun net bir çözüme bağlanması konusunda getirdiği yenilik sadece Batlamyus sistemini bu bakımdan iyileştirmek ya da Batlamyus sisteminin başarı ile ele alabildiği konulara bir yenisini eklemekten ibaret sayılmamalıdır. Kurduğu sistemin bu yönüyle Kopernik'in astronomi sistemi fikrine de bir yenilik getirdiği söylenebilir. Çünkü Batlamyus sistemi bir anlamda gerçek bir sistem değildi. Batlamyus sisteminde her gezegen için ayrı ayrı sistemcikler kurulmuş fakat bunlar birbirlerine bağlanmadan bırakılmıştı. Kopernik sistemi ise bütün gökcisimleri arasında kurulmuş yeni bir birlik ve bağın ifadesidir. Bu bakımdan, Aristoteles kozmosunun belirsiz bıraktığı bu meseleleri de hesaba katacak olursak, Kopernik sistemi bütün evreni kapsayacak nitelikte olmak üzere tasarlanmış ilk astronomi sistemi olmuş oluyordu.

Pisagorculardan beri gezegenlerin uzaklık bakımından sıralanmalarıyla dolanım periyotları arasında bir bağlılık kurmak istenmişti. Periyodu en küçük olan Ay en yakın gezegendi. Bunda şüphe yoktu. Periyodu en uzun olan Satürn de en uzak gezegen kabul edilmekteydi. Buna göre Satürn'den sonra en uzak gezegen Jüpiter'di, ondan sonra da Mars gezegeni gelmekteydi. Fakat Güneş'le Venüs ve Merkür için ne demeliydi? Venüs'le Merkür'ün retrograd hareket yaylarının merkezi Güneş'le birlikte hareket etmekteydi. Yani bu periyotları bir Güneş yılıydı. Böylece de Venüs'le Merkür ve Güneş arasında dolanım periyotları ve dolayısıyla uzaklık ve sıralanışları bakımından bir ayırma işlemi yapmak mümkün olmamaktaydı.

Kopernik sistemi gezegenlerin yıldızıl periyotlarının belirlenmesi işine de açıklık getirebilmişti. Bu periyotların, yerküresinden ölçülünce, teker teker sabit kalmamalarına rağmen yine de sabit bir ortalama değere sahip oldukları görülür. Kopernik sistemi bu periyotların Güneş'ten bakıldığında teker teker de sabit oldukları halde, Yer'in hareketi dolayısıyla farklı boylamlarda tamamlanmış göründüğünü, Güneş'e göre periyotların ölçülmesi halinde hep bu ortalama sabit değere uygun düşeceklerini ortaya koymaktaydı. Böylece de, daha önceki sistemlerin yanıtlayamadıkları bu soruyu, yani bu periyotların sabit bir ortalama değerden ayrılmadıkları halde tek tek alınınca neden birtakım değişmeler göstermekte oldukları sorusunu, Kopernik sistemi ilk defa açıklamış oluyordu.

Takvim düzeltilmesi sorunu

Kopernik *De Revolutionibus*'un önsözünde takvim konusuna da değiniyor. Bu konu, hiç değilse ilk bakışta, Kopernik sisteminin daha çok teknik ayrıntılarını ilgilendirir. Oysa Kopernik bu önsözde genellikle ana sorunlar üzerinde duruyor. Acaba takvim konusu bu bakımdan bir istisna mı teşkil etmektedir? O sıralarda günün konusu haline gelmiş olan takvim reformuna Papalık önayak olmaktaydı. Kopernik'in kendisinin de bu meseleye derin ilgi duyduğu muhakkaktır. Ayrıca, Kopernik'in Ay'a ilişkin olarak sağladığı başarıya da bu

sözleriyle bir atıf yapmakta olması muhtemeldir. Fakat yine de, bütün bunlar sisteminin ana hatlarından çok tali ayrıntıları ilgilendirmektedir. Öte yandan, dikkate değer ki, önsözündeki duruma paralel olarak, *Commentariolus*'unda da Kopernik'in Ay ve yerküresi hareketleri ve yıl uzunluğu meselesi üzerinde nispeten etraflıca durduğu görülüyor. Demek ki *De Revolutionibus*'un önsözünde takvim meselesine değinmesi belki bu konunun da ana düşünceleri bakımından gerçekten bir önem taşımış olmasından ileri gelmiş olabilir.

Kopernik Vatikan tarafından takvim düzeltme işinde görev almaya birden fazla kez davet edilmiş, fakat o bu işten affedilmesi dileğinde bulunarak bu çalışmalara katılmamıştı. *De Revolutionibus*'un önsözünden bunun nedeninin ne olduğu anlaşılıyor. Çünkü burada, kendi sisteminin ileri sürülmesinden önce, Kilise ihtiyaçlarına ilişkin takvim bilgisinin yetersiz görüldüğünü, takvim düzeltme işinin bu yüzden geri kalmış olduğunu ve kendisinin Ay ile Güneş hareketlerini daha dakik bir tarzda incelemekle görevlendirildiğini söylüyor. Kopernik, kendi sisteminden takvim reformuna ilişkin olarak beklenecek başarı derecesinin ne olabileceği konusunda kesin bir şey söylemektense sistemini ayrıntılarıyla sunmayı tercih ettiğini ekliyor.

Burada söz konusu edilen takvim düzeltilmesi o zaman yürürlükte olan Jüliyen takvimindeki artık günler kuralını daha tatmin edici bir şekle sokmaktan ibaret değildi. Kilise bazı dini günlerin ve özellikle Paskalya yortusu zamanının doğru bir şekilde belirlenmesine büyük önem vermekteydi. Bu ise daha çetrefil bir konuydu. Kopernik'in ölümünden kırk yıl kadar sonra 1582'de gerçekleştirilen ve Gregoriyen takviminin saptanmasıyla sonuçlanan takvim reformunda kısmen astronomik cetvellerden faydalanıldı. Bu cetveller ise Kopernik'e dayanan Reinhold cetvelleriydi. Böylece, takvim reformuna ilişkin temel bilgiyi geliştirmekte Kopernik'in bir katkısı bulunduğu söylenebilir. Söz konusu açıklamalarıyla Kopernik'in işte böyle bir ümidi dile getirmekte olduğunda şüphe olmasa gerektir. Fakat daha önemli bir diğer ihtimal de bu sözleriyle Kopernik'in daha büyük çapta bir temel soruna da değinmekte olmasıdır.

435 yılında İznik'te yapılmış olan bir din bilginleri toplantısında Paskalya yortusu ilkbahar gündönümünün peşi sıra gelen ilk (ya da bu gündönümüne rastlayan) dolunaydan sonraki pazar günü olarak tespit edilmişti. Bu temel üzerinden Paskalya günü hesaplanırken, ilkbahar gündönümünün tarihi 21 Mart kabul ediliyor, dolunay safhaları da Meton devresi üzerinden belirleniyordu. Fakat öte yandan da, Kopernik zamanında yürürlükte olan Jüliyen takviminde, küçük hataların zamanla birikmesi yüzünden, ilkbahar gündönümünün gerçek yerinden on gün kadar kaymış olduğu, dolunay safhalarının hesap sonucunun da bir hayli hatalı çıktığı bilinmekteydi. Bu nedenle, takvim iyileştirme ve bu reformun sağlam temellere dayanması için Ay ve Güneş hareketlerine ilişkin ayrıntıların gayet iyi bilinmesi gerektiği kuvvetle hissedilmekteydi. Ay'ın hareketlerinin bir hayli karmaşık olduğu bilinmekte ve Güneş yılını meydana getiren hareketlerin de böyle olduğu sanılmaktaydı. Çünkü gündönümü noktaları presesyonunda (Yer'in dönme ekseninin ortalama kutup çevresinde ağır ağır dönmesi) düzensizlikler bulunduğu sanılıyordu. Bu hatalı görüş daha önceki çağlarda yapılmış bazı hatalı gözlemlerden ileri gelmekteydi.

Daha önce yapılmış Güneş yılı uzunluğu belirlemeleri arasında yaptığı kıyaslamalar sonucunda Kopernik yıldızıl yıl uzunluğunun sabit olduğu fakat Güneş yılı uzunluğunun sabit kalmadığı sonucuna varmıştı. Böyle olunca, Kopernik'in sabit yıldızlar küresini bir referans sistemi olmaya elverişli sabit bir küre olarak varsaydığı, Güneş yılı uzunluğunda bulunduğunu kabul ettiği düzensizliğin de böylece yerküresine ait bir özellik olması gerektiğine karar vermiş olduğu düşünülmüştür. Böyle bir adım gerçeğe uygunsa, o zaman, çok ağır olan presesyon hareketine ek olarak günlük hareketi de göklerin dolanımıyla değil yerküresinin hareketiyle açıklamak gereği kendiliğinden ortaya çıkar. Bu da bizi sisteminde Kopernik'in yaptığı ikinci büyük yenilik adımına, günlük hareketi Yer'in kendi ekseni üzerinde dönmesine bağlaması meselesine getirmektedir.

Asıl neden Yer'in hareketi

Kopernik çeşitli vesilelerle sabit referans sistemi sorununa değinmektedir. Bunlara bakarak, onun bu konu üzerinde önemle durmuş olduğu sonucuna varmak mümkündür. Ayrıca, günlük hareketin gerçekten yerküresine ait olduğu iddiasını Kopernik özellikle bir tür sağduyuya, bir tek nedene bağlanabilecek olayların birbirleriyle bağlantısız birçok etmene bağlanmaması gerektiği ilkesine dayandırmaktadır. Nitekim aynı şeyi gezegenlerin ikinci eşitsizliği için de başarılı bir şekilde yapmıştır.

Kopernik'in gerek sabit bir referans sistemi sorununa gerekse gökcisimleri hareketlerinin açıklanmasında başvurulacak etmen veya neden sayısında bilimsel düşüncenin temelinde bulunan ekonomi prensibinin uygulanmasına büyük önem verdiği görülmektedir. Kopernik'in bu iki temel düşüncesini bir arada aşağıda verilen örneklerde görmek mümkündür.

De Revolutionibus'un birinci kitabının onuncu bölümünde, Kopernik'in, Güneş'in evrendeki konumunu söz konusu ettikten hemen sonra, gezegenlerin ikinci eşitsizliklerine ilişkin düzensizliklerin Batlamyus sisteminde birbirleriyle bağlantısız varsayımlar yardımıyla açıklanmış olmasına karşılık kendi sisteminde bunların tek bir nedenle açıklığa kavuştuğuna dikkati çektiğini görmüştük. Aynı bölüm metninin biraz daha önceki bir kısmında da Kopernik Batlamyus sisteminde birbirlerinden ayrı ve kopuk kalan bu durumların ve bunlara karşılık gelen ek varsayımların hepsinin birden kendi sisteminde Yer dolanımıyla, yani bir tek hareketle açıklanmakta olduğuna dikkati çekiyor ve bu vesile ile doğanın bilgeliğinden, gereksiz ve faydasız bir şey meydana getirmekten son derece sakındığından söz ediyor ve doğanın çok zaman bir tek nedeni birçok sonuçlar meydana getirme olanağı ile donattığını söylüyor.

Commentariolus'un giriş kısmında da Kopernik'in böyle bir genel ifadesiyle karşılaşılıyor. Burada Kopernik birçok hareket düzensizliklerini Batlamyus sistemindekinden daha mantıklı bir şekilde açıklayabilecek bir düzgün dairesel hareketler karışımı veya düzeni bulunup bulunamayacağını araştırmak suretiyle yeni sistemini tasarlamaya yönelmiş olduğunu söylüyor. Yine, *Commentariolus*'un başlangıç kısmında yedinci temel varsayımında Kopernik retrograd hareketlerin Yer hareketinden ileri geldiğini ifade ettikten sonra,

sadece Yer hareketinin böylece göklerdeki birçok görüntüdeki eşitsizliklerin açıklanması için yeterli olduğunu belirtiyor.

De Revolutionibus'un birinci kitabının beşinci bölümünde Kopernik, günlük hareketi söz konusu ederek, eğer Yer bu hareketi sabit ekseni üzerinde yapsa kendi dışındaki bütün cisimlerin aynı açısal hızla hareket ediyorlarmış gibi görünmeleri gerekeceğini ve durumun da gerçekten böyle olduğunu söylüyor. Bundan sonra da Kopernik, günlük dolanımın sabit yıldızlarla Ay, Güneş ve gezegenler için ortak olduğunu, Yer civarı dışındaki her şeyin bu harekete sahip göründüğünü ve gök her nesneyi kapsayan şey olduğuna göre, bu hareketin neden kapsanana değil de kapsayana yüklenmesi gerektiğinin pek açık olmadığını ekliyor. İfadesinin bu son kısmında Kopernik gökcisimlerinin hareketleri için seçilecek referans sistemi gibi bir temel soruna, tamamen teorik bir düzeyde de olsa, açıkça değiniyor. *De Revolutionibus*'un birinci kitabının onuncu bölümünde de Kopernik sabit yıldızlar küresinden söz ederken, iki ayrı vesileyle, onun evrenin tümünü ve kendi kendisini kavrayıp kapsadığını, bundan ötürü de hareketsiz olması gerektiğini söylüyor ve sabit yıldızlar küresinin bütün gökcisimlerinin yerlerinin ve hareketlerinin belirlenmesine temel teşkil ettiğini sözlerine ilave ediyor. Yine, aynı kitabın sekizinci bölümünün sonlarında ve *Commentariolus*'un başlarında "Kürelerin Sırası" başlığı altındaki kısımda buna benzer sözleriyle karşılaşılıyor.

Bu ifadelerin ışığında, referans sistemi meselesinin yeni evren öğretisini tasarlamasında Kopernik için temel sorunlardan biri olmuş ve onun düşünce sürecinde bir ağırlık taşımış olması olası görünmektedir. Demek ki eğer bu referans sistemi meselesini ilkin takvim işlerine ilişkin olarak düşünmüşse, o zaman sistemini tasarlama sürecinde temel ve ana sorunlar açısından takvim konusunun önemi oldukça net bir açıklamaya bağlanmış olur.

Referans sistemi sorununda Kopernik'in düşüncesi Aristoteles görüşleriyle yakın bağlılık göstermektedir. Aristoteles fiziğine göre, bir cismin hacimsel yeri onu çevreleyip kapsayan şeyin iç yüzeyidir. Bu düşünce çerçevesi içinde, evrenin en dış küresi evrenin hacimsel yerini belirlemektedir. Fakat bunun dışında bir şey bulunmadığına göre, bu kürenin aynı zamanda kendi kendisinin de hacimsel yeri olması gerekmektedir. Bunun ise hacimsel yer kavram ve tanımına aykırı düştüğü görülüyordu ve bu mesele birtakım tartışmalara yol açmıştı. Ayrıca, özellikle 14. yüzyıl başlarından itibaren, evrendeki cisimlerin işgal ettikleri durumsal yerin ve yaptıkları hareketlerin sabit yıldızlar küresine kıyasla belirlenmesi konuları üzerinde de durulmuş bulunulmaktaydı.

Evrenin en dışındaki bir kürenin hacimsel bir yere sahip olmayışı hacimsel yer tanımı bakımından ciddi bir çelişkiye yol açtığı gibi, böyle bir kürenin hareket etmekte olmasına rağmen ondaki hareketi ve durumsal yerinin değiştiğini belirlemeye yarayacak kapsayıcı bir dış küre içinde bulunmayışı yüzünden de belirsiz ve sakıncalı bir durum doğmaktaydı. Özellikle geç-ortaçağ sonlarında bu genel konu üzerinde önemle durulmuş, Aristotelesçi görüşler yine Aristoteles düşüncesi açısından eleştirilmişti.

Kopernik'in burada Aristoteles fiziğinin hacimsel yer ve hareket tanımlarından güç alarak sabit yıldızlar küresinin hareket etmediği tezini pekiştirmekte olduğu görülüyor. Kopernik'in başvurduğu bu kanıtlama yolu, böylece, onun,

çok genel bir anlamda da olsa, Aristotelesçi bir bakış açısına sahip olduğunu göstermektedir. Oysa sistemini ileri sürmekle Kopernik bu gibi düşüncelerin terk edilmesine yol açacak olan bir fikir akımını harekete geçirmiş oluyordu.

İlk hareket ettiriciye gerek yok

Bununla birlikte, bu fikir akımının çekirdeğini ve başlangıcını da Kopernik'te bulmak mümkündür. Çünkü sabit yıldızları genellikle bir küre üzerinde varsaymış olmasına rağmen, Kopernik bu ve buna yakın konularda kesin ve nihai bir karara ulaşmış değildi. Nitekim *De Revolutionibus*'un birinci kitabının sekizinci bölümünde, bölümün ilk yarısının ortalarına rastlayan bir kısımda, Kopernik evrenin sınırlılığı ya da sınırsızlığı konusunun tartışılmasını doğa felsefecilerine bıraktığını ve fakat sınırlı olup olmadığı bilinmeyen ve saptanamayan evrenin tümüne tanınacak yerde hareketin yerküresine mal edilmesinin uygun olacağını söylemektedir.

Fakat kendisinin bir karara bağlayamayıp tartışılmasını felsefecilere bıraktığı evren sınırsızlığı konusunda ve bununla sabit yıldızların hareketsizliği tezi arasında kurduğu bağ bakımından, demin özetlenen ifadesinden hemen önce söyledikleri de çok ilgi çekicidir. Kopernik burada, dolanan cisimlerin merkezden uzaklaşma eğilimi dolayısıyla, sabit yıldızlar küresi dışında ne madde ne de boşluk bulunduğunun iddia edildiğine, bu takdirde ise var olan bir şeyin yokluk tarafından kuşatılarak dağılmamasının bu suretle önlenebileceğini düşünmenin çok zor olduğuna işaret ediyor. Fakat durum böyle olmayıp gök bölgesinin sonsuz olduğu ve sadece içbükey iç yüzeyinin sınırlı olduğu ileri sürülürse, o zaman da, yine, göğün hareketsiz olduğunu kabul etmek gerekeceğini, çünkü evrenin sonlu olduğu sonucuna ulaşılmış olmasında en kuvvetli kanıtlama yolunun hareket olduğunu, yani sonsuz bir şeyin hareketinin imkânsızlığı düşüncesine dayanılarak evrenin sonsuzluğu tezinin reddedilmiş bulunduğunu ekliyor.

Kopernik bu çetrefil ve kaypak konularda kesin bir yargıya ulaşmamaya dikkat ediyor. Fakat yine de, onun, evrenin yeri konusunda karşılaşılan mantıki güçlüklerin çözümü için sabit yıldızların ötesinde sonsuz bir mekân kabul edilmesi, yani burada boşluğun da yokluğu tezinin terk edilmesi sonucunda bu bölgenin hareket etmekte olduğu iddiasının söz konusu olamamasının sağlanması, bu bölgenin iç yüzeyinin ise, böylece, kapsadığı âlem için yer ve hareket tanımları açısından değerlendirilmesi görüşlerine meyletmiş görünüyor. Yine, Kopernik'te en dış kürenin sabit yıldızlar küresi olduğu, Hıristiyan anlayışına uyularak geç-ortaçağda eklenmiş birtakım diğer kürelerin söz konusu edilmediği, ayrıca, bir taraftan ilk hareket ettiriciye gerek kalmadığı, öte yandan da, küresel cisimler için eksenleri üzerinde dönmeyi doğal hareket kabul etmekle ve muhtemelen **impetus** kavramı etkisiyle, gök felekleri için hareket ettirici ruhlar veya akıllar düşüncesini de bir yana bıraktığı görülmektedir.

Bütün bunlar olumlu yönde atılmış adımlardı. Bu görüşlerinde Kopernik'in, kendi çağında yürürlükte olup köklü geleneklere dayanan ya da ileri sürülmüş olan çeşitli düşünceler arasında tercihler yaptığı ve bunlarda genellikle geleneklerden belirgin bir şekilde pek ayrılmadığı izlenimini uyandırdığı, fakat

buna rağmen yine de daha sonraları yer alacak görüş değişikliklerine imalar ve işaretler içeren ve onlara yol gösteren görüşler ileri sürebilmiş olduğu, ayrıca, bu düşünceleriyle geleneksel kozmolojiyi birtakım zayıf temelli önyargı ve kavramlarından güzel bir şekilde arıttığı görülüyor. Kopernik bu dolaşık ve karmaşık düşünceler kümesi içinden başarılı bir şekilde yolunu bulabilmeyi ve isabetli tercihler yapabilmiş olmayı, sisteminin ona kılavuzluk etmiş ve ona doğru yönleri gösterebilmiş olmasına borçluydu. Çünkü oldukça belirsiz konularda böyle seçmeler yapabilmek için sağlam bir tercih prensibine ihtiyaç vardı. Kopernik ise böyle bir tercih prensibine kurduğu sisteme güveni dolayısıyla sahipti. Fakat arada, yaptığı böyle seçmelerle sistemini pekiştirmeyi de etkili bir şekilde sağlayabilmekteydi.

İşte böyle bir örneği onun sabit bir referans sistemi konusundaki düşüncelerinde görmekteyiz. Fakat bu vesile ile şunu da söylemek gerekir ki, bu genel duruma bakılarak, sabit referans sistemi konusundaki düşüncelerinin Kopernik'e sisteminin doğuşunda bir esin kaynağı vazifesini görmüş olmaktan fazla sistemini güçlendirme bakımından ona yardımcı olduğunu, Kopernik'in bu konuyu sisteminden esinlenerek ve sisteminin özellikleri açısından ele alıp işlediğini daha muhtemel saymak uygun görünüyor. Bununla birlikte, sisteminin tümü bakımından olmasa bile günlük hareket açısından durum bunun tersi olmuş olabilir.

Sonuç olarak, hareket için referans sistemi meselesinin açıklık kazanması ihtiyacını ileri sürüşü ve bu düşünceye dayanarak kendi öğretisini pekiştirme yollarını aramış olması dışında, Kopernik'in özellikle bilimsel düşüncenin ekonomi ilkesine benzer düşüncelerle ve gezegen retrograd hareketlerine ve yine gezegen periyot, uzaklık ve sıralanışlarına ilişkin olarak sağladığı başarılı açıklamalar nedeniyle kendi sisteminin en üstün sistem olduğu kanısına ulaştığı anlaşılıyor. Kopernik sisteminin bu üstünlüğü pozisyon astronomisi bakımından da göstermesi şart mıydı? Tarihte ilk defa Tycho Brahe'nin devamlı ve özenli gözlemleri Batlamyus sistemindeki episikl ve eksantriklerin pozisyon astronomisi açısından yetersizliğini ortaya koyacak bir dakiklik ve zenginlik derecesine ulaştı. Bu ise Kopernik zamanından sonrasına rastlamaktadır.

Bu episikl ve eksantrikler gökcisimleri hareketlerinin yörüngelerindeki hız değişmelerini düzgün dairesel harekete indirgemeye yaramaktaydı. Yani bunlar Batlamyus sistemindeki ikinci eşitsizliklerin hesabını vermeye yarayan ve aslında Yer dolanımını yansıttıklarından Kopernik sisteminde gereksiz hale gelmiş olan episikl ve eksantriklere ek olarak Batlamyus sisteminde gerekli görülmüş düzenlemeleri oluşturmaktaydı. Gezegen yörüngeleri dairesel olmayıp elips biçiminde olduklarından, yörüngeleri boyunca Kepler'in ikinci kanunu gereğince gösterdikleri hız değişmelerini gerek Batlamyus gerekse Kopernik sistemi bu gibi episikl ve eksantrikler yardımıyla düzgün dairesel harekete indirgemek çabası içindeydiler. Bu düzensizlikler için burada birinci eşitsizlikler adı kullanılacaktır.

Kepler'in önemi

İşte ilk defa Tycho Brahe gözlemleri sonuçlarına dayanılarak yetersizlikleri kesinlikle ortaya çıkarılmış olan episikl ve eksantrikler bu birinci eşitsizliklerin

hesabını vermeye yöneltilmiş olan episikl ve eksantriklerdi. Yetersizliklerini kesinlikle saptayan bilimadamı ise Kepler'dir. Fakat bu yetersizlik Batlamyus sisteminde değil Kopernik sisteminde ortaya çıkarılarak olumlu bir şekilde değerlendirildi. Batlamyus sistemi, Kopernik sisteminden farklı olarak, bu yetersizliğin olumlu yönde değerlendirilmesine esasen elverişli değildi. Çünkü Kepler'in bu yöndeki keşifleri Güneşmerkezli sistemin temele konmasını gerektirmekteydi. Bu bakımdan, bu yörünge şekilleriyle hız değişmelerine ilişkin ince düzeltmelerin yapılmasına ancak uzaklık ölçüleri Güneş'e bağlandıktan sonra sıra gelebilirdi. Başka bir deyimle, ilkin gezegen uzaklıkları probleminin çözümlenmesi ve Güneş'e bağlanması suretiyle yolun açılması gerekiyordu, Bu ilk büyük belirleme veya düzelti ise Kopernik tarafından yeni sistemi sayesinde başarılabilmişti.

Bu ünlü araştırmalarında elde ettiği kalburüstü başarılar dolayısıyla Kepler, Kopernik sisteminin sadece Galilei ile birlikte en büyük iki savunucusundan biri olmakla kalmadı, o aynı zamanda Kopernik sistemini geliştirerek daha yüksek bir bilimsel düzeye ulaştırdı. Kepler Kopernik sisteminin savunulmasını Galilei gibi kendisini tehlikeye atmak pahasına yapmadı. Fakat Kopernik sisteminin üstünlüğü meselesi Kepler'in bu keşiflerinden sonra artık pek fazla tereddüt ve şüphe konusu olmamaya ve sistem yavaş yavaş yaygın bir şekilde kabul edilmeye başladı. Tycho Brahe topladığı gözlem sonuçlarını yanına asistan aldığı Kepler'in kendi çift merkezli sisteminin savunulması açısından ele alacağını ummaktaydı. Kepler ise Kopernik sistemine bağlı kalarak ünlü kanunlarını buldu. Fakat bu yoldan Kopernik sisteminin iyiden iyiye güç kazanmaya başlamasını sağlamakla da Kopernik'e olan borcunu ödemiş oldu.

Kepler'in birinci ve ikinci yasaları gökcisimleri hareketlerindeki birinci eşitsizliklerin de gerçek nedenlerini ortaya çıkardı ve bunun bir sonucu olarak Kopernik sisteminde bu eşitsizliğin hesabını vermeye ve bu düzensizlikleri düzgün dairesel harekete indirgemeye yarayan düzenlemeler gereksiz hale geldi. Artık astronomi bu episikl ve eksantriklere veda etti ve dairesel yörünge ile dairesel yörünge boyunca sabit hız ilkeleri de bir anda tarihe karıştı.

Böylece, bu yollardan, Kepler'in elinde Kopernik sistemi pozisyon astronomisine de büyük katkıda bulunmuş oldu. Çünkü Kopernik sisteminin üstünlüğü Kepler'in bu büyük keşiflerinin yolunu açmıştı. Kepler'in, *Mysterium Cosmographicum* adlı kitabında, Kopernik'in eserinin kozmolojik değil astronomik bir eser olduğunu söz konusu etmesi bu bakımdan ilgi çekicidir. Kepler'in Tycho Brahe sistemine dayanarak da aynı yasaları bulmuş olabileceği söylenebilir. Fakat böyle de olsa, yine vardığımız sonucun geçerli sayılması gerekir. Çünkü Tycho Brahe sisteminin ortaya çıkması da, olayların tarihi seyrinde geriye doğru bir adımı içine almasına rağmen, Kopernik sisteminin ileri sürülmesinin bir sonucuydu.

Tycho Brahe'nin ölçülerinin kaybolmadan Kepler gibi kalburüstü bir astronomun hizmetine sunulmuş ve Kepler'in de bir şans eseri olarak özellikle Mars yörüngesi üzerinde durmuş olması bu gözlem sonuçlarındaki ayrıntıların değerlendirilebilmesini sağlamış oldu. Nitekim Kepler, hesaplardaki 8 dakikalık bir hatayı ortaya koyacak dakiklikte gözlemler yapmış olan Tycho

Brahe gibi bir gözlemciyi astronomiye kazandırmış olmasını Tanrının bir lûtfu diye nitelendirmiştir. Tycho Brahe'nin bu yoğun ve dakik gözlemleri büyük bir özenle yapmış olmasında da, yine, yeni sistemini ileri sürmekle Kopernik'in astronomi çalışmalarına getirdiği yeni hamlenin önemli bir katkısı olduğu söylenebilir.

Kısaca, Batlamyus siteminin pozisyon astronomisinde sağladığı hesap sonuçlarındaki hatalar Kopernik çağında henüz gözlem aletlerinin ölçü imkânlarının sınır bölgesinde yer almaktaydı ve bu sisteme yöneltilen itirazlar esasen bu sonuçlar bakımından değildi. Şu halde Kopernik neden Batlamyus sisteminin karşısına pozisyon astronomisi açısından çıkmış olacaktı? Bizim böyle bir talepte bulunmamız makul bir sebebe dayanamaz. Ancak, bu bakımdan Kopernik sisteminin Batlamyus siteminden geri olmadığı da şüphesizdi.

Gezegen yerlerini belirleme işinde Batlamyus sisteminden hiç değilse geride olmadığına, sabit yıldızlar paralaksı meselesini de bir özel varsayım yardımıyla gidermiş olduğuna göre, sisteminin Batlamyus sisteminden üstün olduğuna Kopernik neden inanmayacaktı? İnanmaması için pozisyon astronomisine ilişkin belirlemeleri astronominin tek amacı kabul etmesi gerekmekteydi. Kopernik ise böyle düşünmemekteydi. Onun düşünce ufku çok daha genişti.

Kopernik, bir astronomi sisteminin sadece bir gezegen yeri hesaplama aracı olmakla yetinmesini kabul etmediği gibi, bu konuda kendisi gibi düşünen bilimadamlarının sayısı da az değildi ve yüzyıllar boyunca birçok astronom böyle düşünegelmişti. Fakat Kopernik, ayrıca, bu daha zengin içerikli astronomi teorisi görünüşünü kesinlikle olumlu bir şekilde değerlendirebilmiş ve bu görüşü sadece eleştiri sınırları içinde bırakmayarak potansiyel olanaklarının bir kısmını örnek olacak şekilde ortaya koymuştu. Başarısının, bu yönüyle Kopernik'in sadece astronomide bir devrim yapmakla kalmayıp modern bilim hareketinin doğup güçlenmesine de önemli katkıda bulunduğunu söyleyebiliriz.

KOPERNİK VE YENİ FİZİK

Kopernik sisteminin üstünlüğünü saptayan ve yukarıda söz konusu edilen konular pozisyon astronomisinin dışında bulunsa da astronominin konusu dışında değillerdi. Ancak, bu konular yoluyla astronomi fizikle bağ kurmaktaydı. Yoksa gezegen sıralanmaları, uzaklıkları ve belli gezegen episikllerinin belli özel nitelikleri neden taşıdıkları ya da belli özel niteliklerin belli gezegen episikl ve eksantriklerinde neden ortak oldukları gibi sorunlar ya fiziğin tamamen dışında kalmakta ya da, astronomi yoluyla belirlenebilmelerine rağmen, fizikle astronominin sınır bölgesinde bulunmaktaydılar. Nitekim Kopernik bu sorunların çözümüne astronomi yoluyla ulaşmıştı. Fakat bu sorunlara Kopernik'in bulduğu yanıtlar evren yapısına ışık tuttuklarından, Kopernik böylece Aristoteles fiziği ve kozmolojisiyle açık bir çatışma durumuna girmişti.

Batlamyus sistemindeki ikinci eşitsizliklerin hesabını vermeye yarayan episikllerle eksantriklere ilişkin gizemli varsayımlar üzerindeki esrar perdesini kaldırıp bunları elemesine ek olarak gezegen periyot, uzaklık ve sıralanışları gibi konuları da bir anda ve hiç beklenmeyen bir şekilde aydınlığa kavuştur-

muş olmakla, aslında, Kopernik'in fizik konusuna girmiş olmadığı söylenebilir. Çünkü onun gezegenlere ilişkin olarak aydınlatıp belirlemeyi başardığı bu bilgileri evren yapısı terimi ile niteleyip betimlemek bu iş için biraz iddialı ve abartılı bir ifade tarzıdır. Kopernik burada, örneğin, gökcisimlerinin sıralanışı ya da evren geometrisi gibi bir terim de kullanabilirdi ve o zaman fizik konusuna hiç de girmiş sayılmayabilirdi.

Fakat Kopernik'in kendisinin bu kadarla yetinmediği, hatta yetinmekten uzak olduğu görülüyor. Esasen konuyu ele alış tarzı kökleri daha gerilerde olan fikir akımlarına bağlı olduğuna göre, Kopernik'in bu kadarla yetinmemiş olması da gayet doğaldı. Öte yandan, eğer Kopernik bu tarzda daha mütevazı bir iddia ile ortaya çıkmış olsaydı, sisteminin yankıları da o oranda küçülmüş olacaktı.

Fizikle astronomi arasındaki sınırın nerede çizilmesi gerektiği meselesi bir tarafa bırakılırsa, demek ki, kendi çağı zihniyetlerinin çerçevesi içinde, Kopernik astronominin dar anlamdaki sınırlarını aşmış, Aristoteles fiziğine de girmiş bulunuyordu. Aristoteles fiziği ise yalnız kinematiği değil, dinamiği de içine almaktaydı. Böylece de Kopernik'in, sistemini Aristoteles fiziğine karşı da savunması ve bu savunmada temel ilkelere kadar inmesi gerekmekteydi. Bu ise, yapılması bir bakıma çok zor bir işti. Çünkü çağın fiziği, bazı kımıldanmalar göstermiş olmasına rağmen, geniş kapsamlı yeni temel görüşlerin sağlam bir şekilde tespit edilmesini mümkün kılacak ölçüde bir gelişme göstermiş olmaktan henüz uzaktı.

Kopernik'in temele koyduğu yeni fizik görüşleri nelerdi? Kopernik ulvi ve süfli âlemler ikiliğini bir olup bitti şeklinde ortadan kaldırmış, bunun yerine evrenin bütün bölgelerinde maddenin küresel biçimde kümeleşme özelliğini, bu kümeleşme merkezlerine doğru doğal doğrusal hareketi ve kümeleşme merkezlerine doğru yer alan bu doğrusal öteleme hareketi dışında evrenin her bölgesinde küresel cisimler için düzgün dairesel hareketin doğal hareket olduğu temel ilkelerini getirmişti.

Bazı bilim tarihçileri bu temel ilkeleri benimsemesini, Kopernik'in küresel ve dairesel şekil ve hareketler çekiciliğine tutulmuş ve bu iki unsurla temellendirilen bir evren harmonisi düşüncesiyle büyülenmiş olduğu şeklinde yorumlamışlar ve Kopernik'in bu konulardaki delil yetersizliği üzerinde durmuşlardır. Gök cisimlerinin dolanımlarına ilişkin bir kısıtlama olarak düzgün dairesel hareket ilkesi zihinlerde çoktan yer etmiş uzun ömürlü bir kavramdı. Aristoteles'ten daha öncelerine giden bu düşünce ilk defa Kepler'in elinde eriyip kayboldu. Kopernik'in fizik açısından asıl getirdiği yenilik süfli ve ulvi âlemler ikiliğini kaldırması ve gerek küresel madde kümeleşme merkezlerine yönelen öteleme hareketini ve gerekse düzgün dairesel dolanım hareketini evrenin bütün bölgeleri için geçerli saymasıydı.

Fakat Kopernik'in getirdiği bu yenilikler nelere dayanmaktaydı? Başka bir deyimle onun bu ilke ve düşüncelere ilişkin delilleri nelerdi ya da, daha akademik bir ifadeyle, onun bu düşünce ve inançları tarihi süreklilikle ve konuyla ilişkili düşünce akımlarıyla ne şekilde ve ne dereceye kadar bağdaşabilmekteydiler?

Arapçadan Lâtinceye yapılan yoğun tercümelerin bir sonucu olarak, 13. yüzyıldan itibaren İbni Bâcce'nin görüşleri Avrupa'da önemli yankılar yapmaya başlamıştı ve bu görüşler yer ve gök mekanikleri arasındaki ikiliği kaldırma yönünde bir eğilimi de içine almaktaydı. Bu eğilim Avrupa düşünürleri arasında devam etmiş, birtakım düşünürler tarafından bazen de farklı görüş açıları altında canlı tutulmuştu. İbni Bâcce'nin tezinin Galile'yi Pisa devresinde serbest düşme konusunda kuvvetle etkilemiş olduğunu görüyoruz. Kopernik'i de ulvi ve süfli âlemler ikiliğini ortadan kaldırma yönünde bu gibi eğilimlerin etkilemiş olması çok olası sayılabilir.

Ayrıca, özellikle Aristoteles'in kasri harekete (güdümlenmiş hareket) ilişkin düşünceleri ortaçağ boyunca gerek İslam Dünyasında ve gerekse geç-ortaçağ Avrupa'sında eleştirilere hedef olmuş, bunların bir sonucu olarak, hareketi engelleyici bir dış etmen yokluğunda, kendiliğinden tükenip kaybolmayan bir kasrî meyil (güdümlenmiş eğim) kavramı ileri sürülmüş, **impetus** adı verilen bu kavram doğal harekete de uygulanmış ve bu kavram yoluyla Newton'un birinci ve ikinci hareket yasalarına çeşitli ölçülerde yaklaşmalar kaydedilmişti. Galile'yi Padua devresinde etkilemiş olan bu düşünce akımı 14. yüzyılda Buridan'la, ana hatlarıyla, doruk noktasına yaklaşmıştı. Süredurum ilkesine yaklaşmak bakımından bu düşünce akımının en büyük noksanı hareket doğrultusunun sabitliği unsurunu içine almayışı, tersine, buna aykırı düşünce ve inançları benimsemesi noktasında toplanmaktaydı.

Hatta bu noksan yön Buridan'da sadece örtük bir şekilde kalmayıp oldukça açık bir tarzda ifade ediliyor. Ayrıca, bu düşünce özelliği onda sadece Yer bölgesi mekaniğini değil, gök bölgesi mekaniğini de kapsamı içine alıyordu. Nitekim Buridan bu konuyu sadece değirmentaşı ve bileyi taşı gibi örneklere uygulamakla kalmamış, gökcisimlerine de uygulamıştı. Buridan, başlangıçta bir defa Tanrı tarafından gökcisimlerine düzgün dairesel bir hareket verildi mi, ulvi âlemde çevre direnci bulunmadığından, bu hareketin kendiliğinden sürüp gideceği tezini ileri sürmüştür.

Buridan'ın öğrencisi ve onun gibi Paris mekanik ve doğa felsefesi okulunun ünlü bir üyesi olan Oresme sabit yıldızların ve tümüyle gök bölgesinin günlük dolanımı yerine yerküresine kendi ekseni üzerinde bir hareket tanınmasının uygun olacağını etraflı bir şekilde savunmuştur. Hatta bu düşüncelerinden dolayı kendisi "Kopernik'in öncüsü" unvanıyla da anılmıştır. Fakat Oresme, sonunda, bütün ileri sürdüğü kanıtlamaları bir yana iterek yine de Yer'in durduğunu ve hareketin göklere ait olduğunu kutsal yazılara dayanarak ifade etmektedir. Oresme'in bu konuyu ele alan eseri basılmamıştı. Fakat yine de, onun bu düşüncelerinin ayrıntılarına bakılınca, kendisinin Kopernik'i dolaylı ya da dolaysız olarak kuvvetle etkilemiş olması ihtimali açıkça ortaya çıkmaktadır.

Kopernik *De Revolutionibus*'un birinci kitabının yedinci ve sekizinci bölümlerinde Yer'in günlük hareketi konusunda Batlamyus'un ileri sürdüğü bazı sakıncaları söz konusu ederken bu arada onun şöyle bir itirazını hatırlatıyor: Eğer Yer'in böyle bir hareketi olsaydı o zaman örneğin Yer'e doğru düşmekte olan bir cismin dikine düşmeyerek Yer yüzeyine göre batıya doğru eğik bir yö-

rünge takip etmesi gerekirdi. Kopernik bu itiraza iki olası yanıt ileri sürüyor. Bunlardan biri, bu gibi cisimlerin Yer hareketine katıldıkları ve bu nedenle düşey doğrultuda hareket ettikleri şeklindedir. Bu cevabın Oresme'de de aynen bulunması ilgi çekicidir.

Bu yanıtların Aristoteles fiziğini değiştiren **impetus** görüşüyle doğrudan ya da dolaylı olarak temellendikleri şüphesizdir. Nitekim Kopernik atmosferin Yer'in günlük hareketine katıldığını söyledikten sonra, havanın toprak ve su zerreleri içermesinin bu hareket ortaklığının nedenini oluşturabileceği gibi, bu hareket bir defa ona kazandırılınca, havanın, direnç yokluğu dolayısıyla bu hareketi korumakta olabileceğini de ekliyor. Yer atmosferinin yerküresi hareketine katılması olayı için ileri sürülen bu her iki olasılık da, anlaşıldığına göre, örtük bir şekilde de olsa, yukarıda söz konusu edilen **impetus** kavramına dayanmaktadır.

Oresme ağır cisimlerin Yer merkezine doğru öteleme hareketini bütün evrene genişletmiş, gökcisimlerinin de, yerküresi gibi, madde kümeleşme bölgeleri olduklarını, bunlarda da kümeleşme merkezlerine doğru doğrusal doğal hareketler bulunması gerektiğini, bu bakımdan yerküresinin istisnai olmadığı düşüncesini ileri sürmüştü. Bu düşünceyle de Kopernik'te aynen karşılaşıldığını görmüş bulunuyoruz.

Ayrıca, Oresme kümeleşme merkezlerine doğru yer alan bu doğal hareketler dolayısıyla bu madde kümelerinin küresel olduğunu ileri sürmüş ve Yer'in kendi ekseni etrafında yaptığını iddia ettiği hareketi bütün bu küresel madde kümeleşmelerine genişletmiştir. Oresme bu düzgün dairesel hareketleri bu cisimler için doğal hareket saymaktaydı. Böylece, Oresme'e göre, doğal yerlerinde bulunan, yani küresel şeklini almış olan bu maddesel kümelerin doğal hareketi düzgün dairesel hareketti. Doğal yerlerinde bulunmayan, yani kümeler dışında kalmış olan cisimlerin doğal hareketi ise kümeleşme merkezlerine doğru doğrusal öteleme hareketiydi. Aynı düşüncelerle Kopernik'te de karşılaşılması gerçekten ilginçtir.

Yer ve gök mekanikleri arasında bir ayırım yapmayan bu düşünceler Aristoteles fiziğine tamamen aykırıydı. Fakat sadece gök kürelerine veya feleklerine ilişkin olarak düşünülünce bu görüşler Aristoteles'in düzgün dairesel hareket ilkesine uygun düşmekteydi. Öte yandan İbni Rüştçüler, astronomların var sanılan noktalar etrafında tasarladıkları episikl örneğindekine benzer dairesel hareketlere itiraz etmiş ve düzgün dairesel hareketlerin ancak yörünge merkezinde sabit kalan maddesel bir cisim bulunması halinde kabul edilebileceğini ileri sürmüşlerdi. Oresme ise bu itiraza, dönen bir değirmen ya da bileyi taşının merkezinde sabit kalan maddi bir kısım bulunmadığına dikkati çekerek karşılık vermekteydi.

Oresme'in bu düşüncelerini bir araya getirince Kopernik'in ileri sürdüğü ve sisteminin temeline koymaya çalıştığı düzgün dairesel hareket ilkesine ulaşılmış olmaktadır. Demek ki Oresme'in Kopernik'i önemli ölçüde etkilemiş olduğunu düşünmek tamamıyla akla uygun görünmektedir. Düzgün dairesel hareket ilkesini Aristoteles fiziğindeki şekliyle Kopernik'te gördüğümüzü söylemek doğru görünmüyor. Çünkü Kopernik episikli de bu tür hareket kapsamı içine almaktadır. Ayrıca, Kopernik bu hareketi evren merkezinden kaldırılmış olan yerküresine de uyguluyor, yani bu ilkeyi bir taraftan da yer ve gök mekanik-

leri arasında Aristoteles'te görülen ikiliğe sadık kalmayan bir anlayış içinde de geçerli sayıyor. Bu sebeplerle Kopernik'in bu temel ilkesi, Aristoteles'ten fazla, bazı bakımlardan Oresme'i ve bazı bakımlardan da örneğin Pisagorcuları hatırlatıyor.

Demek ki Kopernik'in kabullendiği fizik ilkeleri kendini yetiştiren entelektüel ortamın tarihi perspektifi ile tamamen bağdaşır durumdaydı. Kopernik'in, ileri sürdüğü fizik ilkelerini kendisini etkilemiş olması tabii olan düşünce ortamında aşağı yukarı hazır bulmuş olduğu anlaşıldığına göre, kendisi, büyük bir ihtimalle, astronomik delillere dayanarak ileri sürdüğü yeni sisteminin bu görüşlerle bağdaştığını gördüğü için bu düşünceleri benimsemeye karar vermişti. Kendisinin, ayrıca, bu görüşleri, sisteminden ayrı tezler olarak, kendisine ulaşmış düşüncelerdekinden daha etkin bir şekilde savunabileceğini düşünmemize yol açacak bir ipucu veya belirti ile karşılaşmamaktayız.

Düzgün dairesel hareket ilkesine bağlılığı noktasına bir daha dönersek, çağının şartları bakımından Kopernik'in bu eğiliminin yadırganmaması gerektiğini kolayca söylemek mümkündür. Nitekim bu, aslında ulvi âleme ilişkin köklü ve uzun bir geleneğe dayanan bir fizik ve astronomi ilkesiydi. Yerküresine uygulanması meselesine gelince, her türlü mistik eğilimden dikkatle sakınmış olan Galilei bile, Newton'un birinci hareket yasasına yaklaşma yönünde attığı bütün başarılı adımlara rağmen, yine de hareket doğrultusunun sabitliği düşüncesine tam bir açıklıkla ulaşamamış, süredurum ilkesini, bazı örneklerde, yerküresini çevreleyen düzgün dairesel bir harekete uygulama yoluna gitmiştir. Onun tamamen yenemediği bu eğilimi bize hiç de yanıltıcı olmaması gereken bir çağrışımla Kopernik'i hatırlatmaktadır.

Kopernik'in düşündüğü düzgün dairesel hareket, serbest bir küresel cismin bir dairesel yörüngede sabit hızla dolanmasından fazla, herhalde, ilk planda olmak üzere, böyle bir cismi taşıyan bir kürenin kendi ekseni üzerinde dönmesi biçimindeki bir hareket olmuş olsa gerektir. Fakat çok ilginçtir ki *De Revolutionibus*'un birinci kitabının sekizinci bölümünün ortasından biraz sonrasına rastlayan bir cümlesinde Kopernik gerek serbest düşme yapan ve gerekse yukarıya doğru fırlatılan cisimlerin, evrene kıyasla, çift harekete, yani doğrusal ve dairesel iki hareketin devamlı olarak birleşip kaynaşmasından meydana gelen bir harekete sahip olduğunu söylemektedir. Süredurum ilkesinin Galile'nin sözü edilen yanlış yoldaki uygulamasının Kopernik'in bu anlayışına tamamen uygun düşmesi ve hatta benzer hareket örneklerinde kullanılmış olması ayrıca ilgi çekicidir. Kopernik'in bu sözlerinde kullandığı referans sisteminin evren oluşu, daha önce ileri sürdüğünü gördüğümüz bu prensibin güzel ve somut bir uygulanış örneğini verdiği gibi, onun bu cümlesi, aynı zamanda, **impetus** kavramının örtük fakat güzel bir uygulanış örneğini de oluşturmaktadır.

Demek ki, sonuç itibariyle Kopernik, kurduğu sistemi fizik açısından savunmak için kullandığı fiziksel temel ilkeleri bir hayli isabetli bir şekilde seçmiş bulunuyordu. Ayrıca, şunu önemle belirtmek gerekir ki, Aristotelesçiler karşısında Kopernik'in durumu Batlamyus sistemini savunanlarınkinden tamamen farklıydı. Çünkü Batlamyus sistemini Aristoteles fiziğine karşı savunanlar onun karşısına pozisyon astronomisi dışında bir iddia ile çıkamamaktaydılar. Koper-

nik sistemi ise, sadece pozisyon astronomisinde değil, evren yapısı konusunda da söz hakkına sahipti. Bu konudaki iddialarını desteklemek için öne sürdüğü deliller özellikle astronomiden gelmekteydi. Bunlar ise Aristoteles'in fizik ve kozmolojisinin temeline konan delillerden çok daha kuvvetliydi.

Batlamyusçular Aristoteles fiziği karşısında pasiftiler. Aristoteles fiziğine uyabilmeyi tercih ederlerdi. Fakat bunu yapamamaktaydılar. Kopernik ise ileri sürdüğü sistemle gezegen hareketlerindeki en belirgin düzensizliklerin gerçekteki nedenlerini verebilmekte ve bu açıklamalarıyla Aristoteles fiziği ilkelerinin yetersizliklerini gün ışığına çıkarmaktaydı. O Aristoteles fizik ve kozmolojisi karşısında iddialıydı ve Aristotelesçilerin silahlarını Aristotelesçilere karşı kullanabilme durumundaydı. Onlara karşı sadece sisteminin pasif bir savunmasını yapmakla yetinmesi söz konusu olamazdı. Öğretisi, özellikleri itibarıyla, Aristotelesçileri kendi sistemlerinin geçerliğini eskisinden çok daha sağlam temellere dayanarak ispata çağırmaktaydı.

Sistemini ileri sürmekle Kopernik bir anda evren görüşü konusuna yepyeni bir yön ve canlılık getirdi. Sisteminin karşısına Batlamyusçulardan ve Aristotelesçilerden fazla din otoriteleri çıktılar ya da bu sistemin karşısına daha fazla din kisvesi altında çıkıldı. Fakat Kopernik sistemi ileri sürülünce, asıl güç duruma giren öğreti Aristoteles fizik ve kozmolojisi oldu. Ortak merkezli küreler sistemi ise artık sahneden tamamen çekildi. Kopernik sistemini bir fedai gibi savunmuş olan Galile'nin Aristoteles fiziğini etkin bir şekilde yürürlükten kaldıran kişi oluşu elbette bir rastlantıdan ibaret değildi.

Nitekim belki de pozisyon astronomisinin karmaşık ayrıntılarına sımsıkı bağlı bulunmaları ve dinamik yönünden bir hayli belirsiz oluşları dolayısıyla Kepler yasalarına gereken önemi vermemiş gibi görünen Galilei için astronomi fiziğe nazaran geri planda bir konuydu. Teleskopla yaptığı pek önemli araştırmalarında da Galilei pozisyon astronomisine girmemiş, hep fiziksel astronomiyi yeni bilgilerle donatıp zenginleştirmeye yönelmişti. O böylelikle Kopernik sistemine ve o yoldan geniş anlamıyla fiziğe yeni katkılarda bulunmayı amaçlamaktaydı. Belki de Galile, teleskopun bu yolda sağlayacağı geniş olanakları bir anda sezebilmiş olmayı, Kopernik sisteminin fizik alanında açtığı yeni ufku bütün ihtişamıyla görüp kavrayabilmiş olmasına borçluydu.

Kopernik zamanında Aristoteles fizik ve kozmolojisi henüz yürürlükteydi. Fakat buna rağmen, bu görüşler artık dipdiri bir şekilde ayakta değillerdi. Bunlara olan güven duygusu eski çağlardaki kadar kuvvetli değildi. Fakat bu yeni durumun nasıl bir yönelişe götüreceğini kestirmek ve bundan olumlu bir şekilde yararlanmak çok zor ve hatta olanaksızdı.

Gerçekten, Aristoteles fizik ve kozmolojisi çeşitli bakımlardan eleştirilmiş ve yeni birtakım düşünceler ortaya atılmıştı. Bu çeşitli ve farklı düşüncelerin hepsi de kendilerine göre ayrı ayrı açılardan mantıklı görünmekteydiler. Fakat aralarında bir tercih yapmak genellikle zordu. Çünkü bu görüşler de, kendilerine rakip düşünceler gibi, yeter derecede sağlam ve gözlemlerle açık şekilde desteklenen bilgilere dayanmamaktaydılar.

Kopernik bu sağlam bilgi temelini fizik dışında, yani astronomide bulmuş ve bundan faydalanmaya karar vermek cesaretini gösterebilmişti. Bunda da isabet-

li hareket etmişti. Nitekim fizikteki görüşleri, bütün noksanlarına rağmen, yine de genel bir bakışla Aristotelesçilerinkinden üstündü. Galilei'nin daha 1597 yılında Kepler'e yazdığı bir mektup bu bakımdan çok ilgi çekicidir. Kendisi burada, bir zamandır Kopernik sistemini benimsediğini ve yürürlükte olan diğer teorilerle açıklanamadıkları şüphesiz olan birçok doğal olayların nedenlerini bu yeni öğretiye dayanarak bulabilmiş olduğunu söylemektedir.

Kopernik'in yeni bir çağ açabilmiş olmasının sırrı buradadır. Kopernik sistemi yalnız astronomi bakımından Batlamyus sisteminden üstün olmakla kalmıyor, gerek astronomi ve gerekse kozmoloji açısından Aristoteles fiziğinin de karşısına üstün bir rakip olarak çıkıyordu. Zayıf delillere dayanan ve yeniçağın başındaki ölçülerle tutunma şansı artık azalmış olan Aristoteles fizik ve kozmolojisinin zaten ortaçağ boyunca çeşitli bakımlardan temelleri aşındırılmaya başlamış ve daha önce gördüğümüz üzere, Kopernik bu gibi eleştirilerden yararlanabileceğini fark etmişti. Bu nedenle Kopernik, temel fizik prensiplerinin daha büyük bir kesinlikle saptanmasını beklemeyi zorunlu görmeden, sisteminin sağladığı astronomik delillere dayanarak, Aristoteles kozmolojisinin ve Aristoteles fiziğinin karşısına dikilmiş bulunuyordu.

Aristotelesçilerin yapacakları itirazların yeni görüşler ileri sürülmesini tamamen önleyecek güçte olmadığını ve bu nedenle yeni ve aykırı görüşler ileri sürülmezden önce eskilerinin kesinlikle çürütülmesinin gerekmediğini somut bir örnekle göstermek için örneğin az önce Oresme ile Kopernik'in bazı düşünceleri arasında tespit edilen ilginç paralelliği düşünelim. Oresme'in ileri sürdüğü bu düşünceler, şüphesiz, kendi fikirlerinin kabulünü sağlayacak sağlamlıkta değildi ve Oresme de bunu bilmekteydi. Mesele sadece fizik açısından ele alınınca Kopernik'in de durumu aynı idi. Fakat bu gibi fikirleri akla yatkın bulmak ve kabul ettirebilmek bakımından Kopernik Oresme'e kıyasla çok daha doyurucu kanıtlara ve düşünce temellerine sahipti. Çünkü o bu düşüncelerine fizik alanı dışında astronomiden temeller sağlayabilmekte, kendi sisteminin gerek Batlamyus ve gerek Aristoteles sistemine üstünlüğünü bu düşünceler için delil sayabilmekteydi. Daha doğrusu, bunları kendi sisteminin fiziksel temeline koysa bile, pratikte, onun ileri sürdüğü sistem bu fizik temelleri de birlikte getirmek durumundaydı.

Kısaca, fiziksel temel bakımından Kopernik'in atmak cesaretini gösterdiği büyük adımda göze çarpacak ölçüde bir delil yetersizliği bulunduğu haklı olarak düşünülebilir. Fakat Kopernik tarihi kararını verdi ve tarih onu haklı çıkardı. Samos'lu Aristarkos çok önceleri aynı kararı vermiş fakat sistemi Aristoteles kozmolojisi karşısında tutunamayarak geri plana itilmişti. Demek ki esas itibarıyla, o da kararında haklıydı. Fakat tarih onu haklı çıkarmamıştı. Şu halde, Kopernik'in bu kararını vermekte gerçekten haklı olabilmesi için tarihin kendisini haklı çıkaracağını da bir suretle garanti altına almış olması gerekmekteydi. Bu ise onun, gerçekte, sisteminin savunulmasını çok sağlam bir şekilde olmasa da yine yeterli delillerle yapabilmeyi başarmış olduğunu gösteriyor.

Neden Aristarkos değil de Kopernik?

Ayrıca, Kopernik'in bu kararı, verilmesi güç fakat o nispette bilime yön verici bir karardı. Aynı şeyi, hakkında Kopernik'in ancak belirsiz ve noksan bilgi sa-

hibi olduğu anlaşılan Aristarkos için söylemek mümkün değildir. Çünkü o, sistemini ileri sürerken onun fiziksel temellerini rakip görüşlere üstün ölçüde pekiştirme yoluna gidememişti. Üstelik sistemini, kabulünü kolaylaştıracak veya sağlayacak ölçüde geliştirmemişti. Çünkü Aristarkos kurduğu sistemin astronomik ayrıntılarını işlemeden bırakmıştı. Bu bakımdan iskelet halinde kalmış bir sistemdi ve noksanlarının bir suretle giderilmesine ihtiyaç vardı. Bu noksanlar onun bir astronomi sistemi olarak sahip olduğu potansiyel olanakların pratikte çok önemli bir kısmının gizli kalması sonucunu doğurmaktaydı. Örneğin, Aristarkos mevsim uzunluklarındaki farklılıkları bile açıklamadan bırakmıştı ve bu bakımdan sistem astronomlarca yetersiz bulunmak durumundaydı.

Böylelikle, Kopernik ile Aristarkos arasındaki paralellik bir noktaya kadar gitmekte ve orada kalmaktadır. Bunun bir nedeni de Aristarkos ve Kopernik çağlarının apayrı özelliklere sahip oluşuydu. Aristarkos'a kıyasla Kopernik, sisteminin ayrıntılarını işlemek için hazır örnekler bulabilmiş olmak bakımından daha avantajlı bir durumdaydı. Fakat öte yandan da, Kopernik dönemi koşullarının bu nitelikte bir sistem kurulmasını Aristarkos çağına oranla daha güçleştirdiği söylenebilir. Çünkü onun bu kararı çok daha zengin ve çeşitlilik gösteren bir bilgi ortamı içinde vermesi gerekmekteydi.

Bu bilgi ortamı, zenginlik ve çeşitlilik özelliklerine sahip olmasına rağmen, berraklık ve kesinlik özelliklerinden büyük ölçüde yoksundu. Bu sebeple, Güneşmerkezli bir sistem ortaya atılması işinde çağın olanaklarının engelleyici ya da, tersine, böyle bir adımı kolaylaştırıcı olabilmesi, hatırı sayılır ölçüde, bu olanakları kullanacak düşünürün kişisel yeteneklerine kalmaktaydı. Fakat bu yüzden de, büyük bir bilgi kesitini içine alan fiziksel astronomi konusunda karmaşık ayrıntı bilgilerinin içinden sıyrılarak büyük bir cesaret isteyen bu kararı verebilmiş olmasıyla Kopernik, astronomi ve kozmoloji görüşlerinde bir dönüşme sürecini harekete getirmiş olmaktan başka, daha geniş bir çerçeve içinde modern bilim devriminin güç kazanmasına da büyük çapta bir katkıda bulunmuş oldu.

Kopernik pozisyon astronomisi verilerini küçümsemekten elbette ki uzaktı. Esasen sisteminin üstünlüğünü saptayabilmesi de bu tipten gözlem sonuçlarına dayanmaktaydı. Kopernik *De Revolutionibus*'un önsözünde sistemini kendi yaptığı gözlemlerin de yardımıyla kurmuş olduğunu söylemektedir. Fakat bu gözlemlerin, daha fazla, Güneş'le Ay hareketleri üzerindeki gözlemlerle gezegen uzaklıklarını tespite yarayan gözlemler olduğu anlaşılmaktadır. Bunlar ise herhangi bir fevkaladeliği olan gözlemler değildi. Kopernik astronomi materyalini ve ölçü verilerini zenginleştirmek bakımından önemli bir katkı yapmış bir kimse değildir. O, daha fazla, zaten mevcut materyale yeni bazı açılardan bakabilmiş ve onları yepyeni bir tarzda yorumlayabilmiş bir kimse olmaya büyük başarısını borçludur.

Kopernik'in kendi sistemini daha sonraki yüzyılların ölçüsüyle yeterli bir şekilde savunamaması doğaldı. Fakat tarihsel olgular öyle gösteriyor ki sistemini kendi çağının sağladığı olanak ve koşulların çerçevesi içinde yeterli bir ölçüde savunabildiğini sanmakta haklıydı. Haklıydı, çünkü yeni sisteminin ona sağladığı deliller Batlamyus ve Aristoteles sistemlerinin ileri sürebildikleri delillerden çok daha kuvvetliydi.

Kopernik, yeni öğretisinin yalnız Batlamyus sisteminin değil Aristoteles fizik ve kozmolojisinin de karşısına çıkacak güçte olduğunu bu nedenden dolayı kuvvetle hissedebilmekteydi. İşte, Kopernik'in, yıkmak istediği düşünceleri tamamen tatmin edici bir tarzda çürütememesine ve önünde uzanan büyük çağa ancak bir çığır açmayı başarmış olmasına rağmen, yine de, sistemini kurmakla, eski geleneklerden kopma ve yeni çağı başlatma yönünde geriye dönüşü olmayan bir adım atmış olduğunu bu anlamda ve bu nedenle çekinmeden söyleyebiliriz.

Tarihin nasıl olup da Aristarkos'u haklı çıkarmadığı halde Kopernik'i haklı çıkarmış olduğuna kısaca değinmiş bulunuyoruz. Buradaki farklılığın özü, belli olaylar zincirinin ve belli fikir akımlarıyla zihniyetlerin rastlaşmalarından meydana gelen durumlar açısından bu iki çağın konumuz bakımından birbirlerinden farklı özellikler taşımış olması şeklinde özetlenebilir. Fakat ayrıca, gerek Kopernik ve gerekse Aristarkos haklı oldukları halde tarih Aristarkos'a azizlik mi etmişti, yoksa ikisi de haksızdı da tarih Kopernik'i kayırmış, ona iltimas mı etmiştir? Teorik olarak her iki olasılık da var olduğundan, konuda karşılaşılan tereddütlerin belirginleştirilmesi için soruyu fazla büyütmek pahasına da olsa bu biçimde sunmakta yarar vardır.

Gerçekten, Kopernik'in, sistemini kesinlikle kabul edilecek derecede iyi geliştirilmiş bir biçimde sunmamış olduğu, hatta Kopernik'in kendisinin aslında bu bakımdan Kopernikçi sayılamayabileceği söylenmiştir. Öte yandan da, Aristarkos sisteminin fiziksel ve kozmolojik temellerini pekiştirmeye gidilmediği gibi astronomi açısından da bu sistemin Kopernik'inki gibi ayrıntılarıyla işlenmemiş olduğu ve bu gibi ölçülerle onun tutunma şansının daha da azalmış bulunduğu bilinmektedir. Şu halde, Aristarkos'u bir tarafa bırakıp, tarihin verdiği kararın muhakkak bilimsel açıdan itiraz kabul etmez olmayabileceğini de düşünerek, sorumuzu daha olgusal boyutlarına indirip şu şekle sokmak mümkündür: İleri sürdüğü sistemi sağlam fizik temellerine oturtamamış olduğuna göre, Kopernik yeni sistemini gerçekten yeterli astronomik delillere dayandırabilmekte miydi?

Batlamyus sistemine üstünlüğü

Batlamyus sisteminden Kopernik sistemine geçiş yeni ampirik verilere ve ek olgusal bilgilere dayanmadığına göre, Kopernik büyük başarısını zaten mevcut astronomi materyaline nasıl ve hangi yeni açıdan bakabilmiş olmaya, bu materyali ne gibi bir değişik yaklaşımla ele almış bulunmaya borçluydu? Ayrıca, yukarıda söz konusu edilen gerekçelere dayanarak sistemini üstün saymakta Kopernik gerçekten haklı mıydı? Bu konular üzerinde biraz derinlemesine durmamız gereklidir. Çünkü bazı bilim tarihçileri burada üzerlerinde durulan ölçülerle de Kopernik sisteminin bir üstünlük iddia edebileceği fikrini tatmin edici bulmamaktadırlar.

Commentariolus'ta Kopernik kendi sisteminin Batlamyus'unkine göre daha az sayıda dairesel hareket yardımıyla gezegen yerlerinin hesaplanmasını sağladığını söylüyor. Fakat *De Revolutionibus*'ta böyle bir ifade ve iddia ile karşılaşılmıyor. Belki de Kopernik bu yönden bir kıyaslamanın yeter derecede önemli bir tercih ölçüsü oluşturmayacağını düşünerek fikrini sonradan değiştirmiş olabilir. Çünkü dairesel hareket sayısı bakımından iki sistem arasındaki kı-

yaslamanın vereceği sonuç ne olursa olsun, *De Revolutionibus*'taki sözlerinden anlaşıldığına göre, kendisinin astronomide böyle bir pragmatik değer ölçüsüne büyük önem vermediğini ve bir astronomi sistemini sadece bir gezegen yeri hesaplama aracı şeklinde düşünmediğini görmüş bulunuyoruz.

Şu halde, Kopernik sisteminin Batlamyus sisteminden hesaplama kolaylığı bakımından üstün olmadığı yolunda yürütülmüş itirazlar üzerinde durmanın pek gereği kalmamaktadır. Kopernik sisteminin bir pozisyon astronomisi sistemi olarak Batlamyus sisteminden daha büyük başarı göstermediği yolundaki itirazların haksız olmadığı noktası üzerinde de durulmaya pek ihtiyaç bulunmadığını kabul edelim. Kısaca, Kopernik sistemi Batlamyus sisteminden pozisyon astronomisi hesaplarının yapılması bakımından ne daha basitti ve ne de kesinlikle daha dakik sonuçlar verebilmekteydi.

Kopernik, *De Revolutionibus*'un önsözünde, kavrayış ve değerlendirmelerinde yüzeysel değil de bilimin gerektirdiği tarzda derin ve noksansız olmak arzu ettikleri takdirde, sistemini savunmak için ileri sürdüğü deliller konusunda, bilgin ve yetenekli matematikçilerin kendisiyle uyuşacaklarından emin olduğunu söylüyor. Sisteminin savunulması bakımından doğanın çok zaman bir tek nedeni birçok sonuçlar meydana getirme olanağı ile donattığını söylemek suretiyle Kopernik'in bir astronomi sistemi için ek varsayımların önemli bir noksan oluşturacağını ifade ettiğine de daha önce işaret etmiş bulunuyoruz.

Kopernik sisteminin retrograd hareketlere ilişkin birtakım ayrıntılı olguları Batlamyus sistemine göre daha doğal ve daha basit bir tarzda açıklayabildiği, çünkü Batlamyus sisteminin tersine, burada birbiriyle bağlantısız ek varsayımlara ihtiyaç duyulmadığı genellikle ifade edilmektedir. Bununla birlikte, hesapların yapılmasına ilişkin düşüncelerden tamamen ayrı ve farklı olarak, olayların anlaşılıp kavranması ve bağlantısız ek varsayımların yokluğu bakımından basitlik ölçüsü de bazı şüpheleri davet edebilir. Çünkü anlayış ve kavrayış basitliği bakımından yorumlanınca, Kopernik sisteminin bu tercih gerekçesinin felsefi ve epistemolojik açılardan birtakım tereddütlere yol açabileceği düşünülebilir. Gerçekten, bu tercih nedeninin bu tarzda yorumlanması, bu tür basitliğin bir teorinin üstün sayılması ve tercih edilmesi için yeterli ve geçerli bir neden oluşturup oluşturmayacağı ve böyle bir ölçünün kendinden menkul olup olmayacağı şeklindeki soruları haklı olarak akla getirmektedir.

Öte yandan, sistemi ile Kopernik'in getirdiği ana yenilikler ve kendisini yeni sistemine götüren ana problemler genellikle Batlamyus sisteminin başaramadığı yahut da başarabildiği halde anlamlandıramadığı konulara ilişkindir. Bundan şu sonucu çıkarabiliriz ki, Kopernik, yukarıdaki sözleriyle, matematiksel soyutlamaların herhangi bir yoruma bağlanmaksızın yapılmalarının tatmin edici olmadığına, astronomide anlamları anlaşılmadan sadece matematiksel işlem yapılmasının olayların anlaşılıp kavranması bakımından önemli bir noksan teşkil ettiğine işaret etmektedir. Kopernik'in yüzeysel değil de derin düşünebilen matematikçilerin takdir edeceklerini umduğu ana noktalardan birinin bu olduğu söylenebilir.

Bu düşünce ve iddialarında, sisteminin üstünlüğünü ortaya koymak bakımından, Kopernik'in çok haklı olduğunu konuya çeşitli açılardan yaklaşımlar

yoluyla göstermek mümkündür. Bunun için ilkin gezegenlerin ikinci eşitsizlikleri sorununu derinlemesine bir tarih perspektifi içinde ele alalım.

Mezopotamyalılar da matematikle temellendirilen bir astronomi bilgisine sahiptiler. Gezegenlere ilişkin olarak Mezopotamyalılar bunların sabah yıldızı ve akşam yıldızı şeklinde görünmelerini, retrograd hareketlerini, gökten kaybolma ve tekrar belirmelerini ve Güneş'le opozisyon durumunda bulunmaları gibi olayları bağlantısız olaylarmış gibi ele almaktaydılar. Aynı gezegenin sabah ya da akşam yıldızı oluşu, duraklaması ve ters dönmesi, sanki ayrı cisimler imişler gibi, periyotları ve tekrarlanma yer ve zamanlarıyla birbirlerinden bağımsız olarak ele alınıp incelenmekte ve aritmetik ile cebir yardımıyla bunlara ilişkin hesap ve tahminler tatmin edici bir şekilde yapılabilmekteydi. Mezopotamyalılar, şüphesiz, bağımsızmışlar gibi inceleyip araştırdıkları bu olayların aynı gezegene ait olduğunu ve gerçekte birbirlerinden bağımsız olmadığını biliyorlardı. Fakat gezegen hareketlerindeki bu ayrıntılı olguları birbirlerine bağlayan ve bunların bir bütün içinde temsil edilmesini sağlayacak daha geniş ve kapsamlı sistemlere henüz sahip değillerdi.

Gezegenlerle ilgili daha geniş kapsamlı teoriler aracılığıyla düşünme ve bu olayları bir birlik içinde açıklamaya yarayan astronomik sistemler kurma düzeyine Yunanlılarda ulaşıldı. Bu düzeye ulaşılınca da, gezegen hareketlerinin bütünlüklü olarak açıklanmasına ve anlamlandırılmasına yarayan bu sistemlerin doğal olarak bir açıklamaya bağlanması ihtiyacı ortaya çıktı. Bu anlayış çerçevesinde, Yunan astronomisinde tek tek olgular, bu anlamda, doğal olarak geri plana geçmiş, eski konumlarını kaybetmişlerdi. Fakat bu durum bu olayların önemlerinin bir anlamda daha da artması demekti. Çünkü daha geniş teori anlayışı çerçevesi içinde bunlara ilişkin bilgilere daha yüksek bir düzeyde ulaşılması ihtiyacı kendini göstermişti.

Yunanlıların böyle bir teori veya sistem anlayışına ulaşmaları bu konularda daha iyi hesaplar yapılabilmesi meselesinden tamamen ayrı bir şeydi. Nitekim ilk başta Yunanlılar bu bakımdan Mezopotamyalılardan üstün bir başarı elde etmiş olmaktan uzaktılar. Fakat gezegen yerlerini tahmin olanakları bakımından bilgileri geri bir seviyede olmasına rağmen, bu problemleri incelerken bu konudaki bilgilerini evrenin diğer olaylarına ilişkin bilgilerle ilişkilendirmek ihtiyacını net bir şekilde duymuşlar, ayrıca, bu incelemelerinde zihinlerini pür bilimsel bir merakla bilinçli bir şekilde harekete geçirmişlerdi. Bu durum Kopernik'in az önce sunduğumuz sözlerini hatırlatmakta, Batlamyus ve Kopernik sistemlerinin kıyaslanmasında pragmatik düşüncelerle anlayış ve kavrayış derinliği gibi düşünce yönlerinin göreli önemlerine değin sorunları ister istemez akla getirmektedir.

Fakat Yunan astronomisinde gezegenlere ilişkin geliştirilen teorik zihniyet çerçevesi içinde birçok noksanlar kalmıştı. Yunanlıların kozmolojileri ile pozisyon astronomileri arasında bütün çabalara rağmen tatmin edici bağlar kurulamamış, gezegen hareketlerindeki ikinci eşitsizliklere ilişkin olgular da teoriler çerçevesi içinde açıklanamadan kalmıştı. İşte Kopernik Devrimi, Kopernik'in getirdiği sistem, bu iki önemli ihtiyacı karşılamaya yönelen başarılı bir hareketi temsil etmekteydi. Burada ilkin, tarihi köklerinin çok gerilere

gittiğini gördüğümüz bu konulardan gezegen ikinci eşitsizliklerinin Kopernik tarafından açıklanış tarzının bilimsel değeri meselesi üzerinde duralım. Bu incelemeyi bilim tarihinden alınma diğer bazı kalburüstü örnekler ışığı altında yapmak konuyu aydınlatmak bakımından faydalı olacaktır.

Serbest düşme yasasını gün ışığına çıkarabilmiş olmasını, Galile, bu olayı hava direnci etkisinden soyutlayıp ele alabilmesine borçluydu. Aynı biçimde, süredurum ilkesinin keşfi, doğada bu ilkeye eklenen karmaşıklaştırıcı parametrelerin hesap dışı tutulmasıyla mümkün olmuştur. Eğer Tycho Brahe gözlemleri yerine çok daha dakik gözlem sonuçlarına sahip olsaydı, Kepler'in belki de yasalarını bulamayacağı söylenmiştir. Bununla ifade edilmek istenen şey şudur ki, Kepler yasaları gezegenlerin birbirleri üzerindeki etkileri dolayısıyla beliren düzensizlikler dikkate alınmamak şartıyla doğrudur; bu nedenle, zamanında gözlem aletleriyle bu düzensizlikleri de içine alacak kadar duyarlı ve dakik ölçüler yapılabilmiş olsaydı, yasalarını olağanüstü gayretler sonucunda keşfedebilmiş olan Kepler'in bu çok yönlü etkilerle oluşan ek hareket düzensizliklerini soyutlayamaması olasıydı.

Aynı düşünceleri Kopernik'e de uygulayabiliriz. Kopernik sisteminin getirdiği ana yenilik Yer için kabul ettiği hareketler ve özellikle Yer'in dolanım hareketi bakımındandı. Böylece, Kopernik gezegenlerin ikinci eşitsizliklerini birinci eşitsizliklerden kesinlikle ayırt etmiş oluyordu. Başka bir deyimle, Kopernik ikinci eşitsizliği diğer hareket düzensizliklerinden soyutlayarak ele aldı ve konunun bu kısmını çok başarılı bir çözüme bağladı.

Doğal olarak ileri sürdüğü sistemde gökcisimleri hareketlerinin ayrıntılarının belirlenmesi işini hiç değilse Batlamyus sistemi kadar başarıyla sağlaması şart olduğundan, Kopernik'in birinci eşitsizlikleri hesap dışı tutması söz konusu olamazdı. Fakat birinci eşitsizlikleri Batlamyus sistemi prensiplerinin ana çizgileri içinde ele aldığından, yani sistemi ile bu yönde bir temel yenilik getirmediği için, ikinci eşitsizlikleri soyutlayıp ayırmış olduğu gözden kaçmamaktadır.

Esasen *De Revolutionibus*'un birinci kitabında yaptığı açıklamaların hemen hepsinde Kopernik'in bu soyutlamayı yaptığını açıkça görüyoruz. Çünkü kendisi burada teknik ayrıntılara hiç değinmemektedir. Fakat söz konusu teknik ayrıntıların boylamdaki hareketler açısından belirlendikleri *De Revolutionibus*'un beşinci kitabında da Kopernik birinci ve ikinci eşitsizlikleri birbirlerinden net olarak ayırt etmekte ve ayrı ayrı ele almaktadır. Kopernik bu soyutlama kararına ulaşabilmeyi, büyük olasılıkla, işin başlangıcından itibaren düzgün dairesel hareket ilkesine büyük bir önem atfetmiş olmaya borçluydu. Sistemini ana hatlarıyla sunarken Kopernik bütün hareketleri birinci eşitsizliklerden soyutlanmış ve düzgün dairesel olarak kabul etmekte, ek episikllere ve eksantriklerin kullanılması ihtiyacına hiç değinmemektedir.

Belki de Kopernik'in düzgün dairesel hareket ilkesine bağlılığı bu ilkenin ona bu soyutlamayı yaparak ikinci eşitsizliklere ilişkin teorisini kurma imkânını sağlamış olması dolayısıyla doğmuş olabilir. Ya da, tersine, söz konusu soyutlamayı yaptığı için düzgün dairesel hareketin önemini gözünde büyütmüş olabilir. Bu bakımlardan, birçok modern araştırıcıların eleştirilerine yol açmış

olmasına rağmen, Kopernik'in düzgün dairesel hareket üzerindeki ısrarı onun zayıf bir yönünü değil, elindeki konunun karmaşıklığını azaltmak açısından kuvvetli ve olumlu bir hareket tarzını, ya da böyle bir hareket tarzının izini temsil etmiş olmaktadır.

Ayrıca, düzgün dairesel hareket ilkesinin, konunun fizik açısından anlaşılır hale gelmesini de Kopernik için kolaylaştırdığı söylenebilir. Çünkü Kopernik bu ilkenin uygulanışının kapsamı bakımından Aristoteles'ten temelden ayrılmıştı. Fakat bu konuda Aristoteles düşüncesine tamamen sadık kaldığı daha derinde yatan doğal hareket kavramı vardı. Doğal hareket kavramı, kendini harcamayan impetus ile birleşince, düzgün dairesel hareket dinamik açısından herhangi bir izaha ihtiyaç göstermeyecek kadar sadeleşmişti. Kopernik küresel cisimler için düzgün dairesel hareketin doğal bir hareket olduğunu kabul ettiğine göre, gezegen hareketlerinin dinamik yönünün hesabını vermek bu sayede fevkalade basitleşmiş oluyordu. Nitekim *De Revolutionibus*'un birinci kitabının dördüncü bölümünde Kopernik düzgün dairesel hareketin bu yönü üzerinde durmaktadır. Kopernik'e göre, gökcisimleri sabit kalan ve değişmeye uğramayan şartlar içinde bulunmaktaydılar. Yani, düzgün dairesel hareket ilkesinin geçerliğini Kopernik bu açıdan da savunuyor.

Bu düşünceyi ikinci eşitsizlikler açısından basit bir şekilde yorumlayıp uygulamak mümkündür. Birinci eşitsizliklerdeki ek çemberlerin bu ilke kapsamı içine giriş şekil ve nedenlerinin ise bu anlayış ölçüsüyle belirsiz kalması gerekir. Ama Kopernik birinci eşitsizlikler için kullandığı düzenlemelerdeki bütün yörüngelere bu ilkeyi uygulamaktadır ve bunda ısrar da etmektedir. Fakat Kopernik birinci eşitsizlikler konusunda bir temel yenilik getirmiş olmadığına göre, bunlara ilişkin olarak kullandığı düzenlemelerin fiziksel nedenlerini bir izaha bağlamış olması esasen söz konusu değildir. Bu bakımdan, ikinci eşitsizlikleri birinci eşitsizliklerden soyutlayarak konuyu ele alış yöntemini Kopernik'in yalnız astronomi açısından değil, sisteminin temelindeki fiziksel nedenleri belirleme bakımından da uyguladığı, daha doğrusu uygulamak zorunda kalmış olduğu söylenebilir.

Konunun bu şekilde ele alınışını Kepler'in katkılarıyla da bağlamak mümkündür. Çünkü bu anlayış çerçevesi içinde, yörüngelerin elips olduğu saptanınca, bu yörüngelerin dairesel ve hızların düzgün olmamasına ve Güneş'le aradaki uzaklıkların değişmeler göstermesine yol açan kuvvetin faaliyet ve etki tarzının incelenip ortaya konması önemli bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmış oldu. Öte yandan, Kopernik zamanına kadar evrende ana etkilerin hep çevreden gelmekte ve evrenin iç bölgelerine yönelmekte olduğu düşünülüyordu. Örneğin, astroloji bunun somut bir örneğini içermekteydi. Kopernik sisteminde ise, ilk hareket küresi ortadan kalkmış ve sabit yıldızlar küresi de hareketsiz olduğuna göre, evreni etkileyen en önemli etmenin merkezde bulunan ve her tarafa ısı ve ışık gönderen Güneş olduğu ve evrende etkinin merkezden çevreye yayıldığı düşünülmeye başlandı. Esasen Kopernik'in kendisi de buna muğlak bir şekilde işaret etmiş bulunuyordu. Nitekim gökcisimleri dinamiğini sistemli bir tarzda ele almaya ilk defa girişen Kepler de konuyu bu açıdan ele aldı. Böylece de gökcisimleri mekaniği Kopernik sisteminin

yarattığı yeni anlayışın verdiği esinle Kepler'in elinde yeni bir doğrultuya yönelmiş oldu.

Öte yandan, ikinci eşitsizliklerin astronomi açısından sınırı içinde kalan problemlerde dahi Kopernik'in söz konusu soyutlamayı yapmakla yetinmesi gerçekte mümkün değildi. Çünkü ikinci eşitsizlikleri oluşturan unsurlarda da birinci eşitsizlikler işe karışmaktaydı. Sonuçta, Kopernik sadece ekuantları kesinlikle reddetti ve düzgün dairesel hareket ilkesini sisteminin tümüne özellikle episikl kullanarak eklemledi. Bu nedenle de yaptığı soyutlamanın sınırlarını ilk bakışta görmenin zorlaştığı söylenebilir. Fakat Kopernik'in başarısını incelerken bu soyutlamayı her yerde dikkate almamız, onun kurduğu yapıttaki kalburüstü başarı ve katkılarla geleneklere çeşitli ölçülerde bağlı kalan kısımları birbirlerinden dikkatle ayırt ederek konuya açıklık getirmemiz için çok faydalı ve hatta zorunludur.

Kopernik *De Revolutionibus*'un beşinci kitabının üçüncü bölümünde, Batlamyus sisteminde ikinci eşitsizlikleri temsil eden episikllerin, aslında, Apollonios gibi bazı daha eski astronomlar tarafından basit ve sade bir şekilde kullanıldığını, çünkü bunların birinci eşitsizlikleri bilmediğini söylüyor. Fakat bu eski astronomlar bu inançlarında yanılmış olup gerçekte gezegenler dolanımlarını sabit hızlarla yapmadıklarından bazı ek düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu ekliyor. Böylece, burada, Kopernik çetrefil gezegen hareketleri içinden düzgün dairesel hareketin soyutlanması işlemine ve geri kalan hareket düzensizliklerinin hesabını vermek için bazı ek düzeltmelere girişme zorunluluğuna tarihi bir açıdan da değinmiş olmaktadır.

De Revolutionibus'un önsözünde Kopernik eksantriklerle episiklleri, anlaşıldığına göre, topluca eksantrik, yani ortak merkezli olmayan veya "dış merkezli" daireler terimi ile ifade ederek, bunları kullananların düzgün dairesel hareket ilkesine aykırı birçok şeyleri kabul etmiş olduklarını söylüyor. Bu sözleriyle Kopernik'in özellikle ekuanta ve bazı düzenlemelerde doğrusal hareketin işe karışmış olmasına atıf yaptığı anlaşılıyor. Bununla birlikte, Kopernik'in bu sözleri onun episikllerle eksantrikleri de bir dereceye kadar yadırgadığı izlenimini uyandırmaktadır. Öte yandan da, sisteminin ayrıntılarını işlerken, genellikle episiklleri tercih etmiş olmasına rağmen, yine de, episikl ile eksantrikten her ikisinin de söz konusu örneklerde kullanılabileceğine işaret etmekte ve episikllerle eksantrikler arasında kesin bir ayırım yapamadığını ifade etmektedir.

Demek ki, Kopernik'in, birinci eşitsizliklerin hesabını vermeye yarayan bu düzenlemelerin fiziksel açıdan gerçek bir varlığa sahip olduklarını düşünmüş olması pek muhtemel olmasa gerektir. Aynı şeyi düzgün dairesel harekete ilişkin olarak söylemek pek mümkün görünmüyor. Oysa, düzgün dairesel hareket ilkesi episikl ve eksantrik gibi düzenlemeler kullanılmadıkça hemen tamamen faydasız hale gelmekteydi. Bunu iki önceki paragrafta Kopernik'in kendisinden de dinlemiş bulunuyoruz. Fakat buna rağmen, Kopernik gibi evren yapısına çok önem veren bir kimse için eksantriklerle episikller konusunun pek iç açıcı olmaması gerekir. Çünkü bunlar aynı amaçla kullanılabilmekte ve birbirlerine denk sonuçlar verebilmekteydi.

Gerçekten, her iki yoldan da, belli bir gökcismini aynı yörünge üzerinde aynı hareketle dolandırmak mümkündü. Fakat bu denkliğin geometrik izahını yapmanın, yani formel nedenini vermenin kolay olmasına karşılık, fizik ve evren yapısı bakımından bunlar birbirlerinden bir hayli farklı şeylerdi. Eksantrikte gezegenin bir dairesel yörünge üzerinde basit bir hareket yapmasına karşılık, episiklde bir daire çevresi üzerinde hareket halinde bir ikinci daire ve bunun da çevresinde gökcismi bulunmaktaydı. Yapı bakımından aradaki farklılığa ek olarak bu hareketleri meydana getirecek etmenlerin de değişik biçimlerde tasarlanması gerekiyordu.

Herhalde, eksantriklerle episikllerin kullanılmaları konusunda gösterdiği düşünce esnekliğini ya da kararsızlığı Kopernik'in örneğin yerküresi hareketleri hakkındaki düşüncesinde görmemekteyiz. Nitekim Yer'in hareketi konusunda kendisine karşı çıkanları, *De Revolutionibus*'un önsözünde, dolaylı yoldan, bir zamanlar Yer'in küresel olduğu düşüncesine karşı çıkanlara benzetmektedir. Belki de, Kopernik'i sadece ikinci eşitsizliklerin izahında kesin bir iddiaya sahip saymak, birinci eşitsizliklerde net ve iddialı herhangi bir tavır takınmak istemediğini düşünmek doğru olabilir.

Kopernik'in söz konusu soyutlamayı yapması bir bakıma hiç de hayret verici değildi, çünkü tarihin hazır sunduğu fikir akımlarının gösterdiği yola uygundu. Nitekim bu konunun Yunan astronomisince Mezopotamya astronomisinden miras alındığına yukarıda işaret edilmiş bulunuluyor. Yunan astronomisinin bu konuda kesin bir başarı sağlayamamış olduğunu da biliyoruz. Ayrıca, yüzyıllar boyunca askıda kalmış olan episikl ve eksantriklerin gerçek fiziksel nedenlerinin anlaşılması ihtiyacını vurgulayan tartışmalar da bu konuyla yakın bir bağlılık göstermekteydi. Söz konusu tartışmalar birinci eşitsizliklerdeki episikl ve eksantrikleri de kapsamları içine almaktaydılar. Fakat gerçek fiziksel neden gösterme gereği konusunda ikinci eşitsizliklerin ve bunlara ilişkin episikl ve eksantriklerin ön safta yer almış oldukları söylenebilir. Bundan başka, Batlamyus öğretisi ile ortak merkezli küreler görüşünün doğurduğu sistem tartışmalarında, aynı zamanda, astronominin fiziksel temelleri ve gezegen uzaklık ve sıralanışları konuları da belirginleşmiş durumdaydı. Bunlar ise birinci eşitsizliklerden fazla ikinci eşitsizlikleri ön plana getirecek nitelikteydiler. Nitekim Kopernik'te de, ikinci eşitsizliklerle birlikte, bu konuların da ön safta yer almakta olduklarını görüyoruz.

Kopernik yeni bir teori kurdu

Konumuzun özünü ve can alıcı noktasını onu saran ayrıntılardan ve çetrefilleştirici parametrelerden sıyırıp böylece tanımladıktan sonra, bu çerçeve içinde Kopernik'in ikinci eşitsizliklere ilişkin olarak yaptığı şeyin ne olduğuna bir daha dikkatle bakalım. Bunu yaparken gezegenlerin sadece ikinci eşitsizliklerini ve bunları da birinci eşitsizliklerden soyutlanmış olarak ele alacağız. Batlamyus sistemi bu olay grupları için ayrı ayrı ve kopuk varsayımlar eklemek zorunda kalmıştı. Kopernik ise bu olay gruplarını topluca açıklamaya yarayan bir teori kurmuştur. Aynı zamanda onun sistemi olan bu teoride üst ve alt ge-

zegenler teorinin birer özel hali olarak görünmektedirler. Fakat gözle görülen alt gezegen sayısı iki olacağına herhangi bir *m* sayısına, üst gezegenler sayısı da üç olacağına herhangi bir *n* sayısına eşit olsalardı Kopernik'in teorisi bütün bunları da kapsamı içine almış olacaktı. Demek ki, Batlamyus sistemindeki ek varsayımların sadece beş gezegenle ilgili belli olgu grupları dolayısıyla o sisteme eklenmiş olmaları burada bir fark yapmamaktadır.

Kopernik ortak merkezli birtakım dairelerin çevreleri üzerinde sabit hızlarla hareket eden noktaların bu çemberlerin bir kısmı tarafından kapsanan ve bir kısmını kapsayan ve yine onlarla ortak merkezli olan bir çember boyunca benzer bir hareketle dolanan bir noktada meydana getirecekleri görünüşlerin yasasını incelemiş ve gezegen ikinci eşitsizliklerinde gözlenen olgu gruplarının bu yasaya uymakta olduklarını görmüştür. Bundan dolayı, Yer'in diğer gezegenler arasında dolandığına, dolayısıyla da Güneş'in yıllık hareketinin zahiri olup gerçekte Güneş'in bu yörüngelerin ortak merkezinde sabit olduğuna karar vermiş, yeni teorisini veya sistemini, böylece, bu perspektif yasasına dayanarak bulmuştur.

Demek ki Kopernik'in burada başardığı şeyin birtakım *ad hoc* varsayımları kaldırmak suretiyle anlayış ve kavrayış basitliği sağlamaktan ibaret sayılması onun başarısını gerektiği ölçüde değerlendirmemek olur. Çünkü o Batlamyus sistemini basitleştirmemiş, bir perspektif yasasına dayanarak yeni bir sistem kurmuştur. Bir yasa veya teori daima birtakım olgular çokluk ve çeşitliliğini bir birliğe indirger. Bunu da bu olgular arasında sabit ve değişmez ilişkiler kurmak ya da bunları bir birlik içinde göstermek suretiyle yapar. Bir yasanın veya teorinin kapsamı içine giren olgular bu sayede zihnimizce topluca kavranır ve bu yoldan bir düşünce ekonomisi sağlanır. Fakat bu yoldan sağlanan şeyin zihinlere bir anlayış basitliği getirmek olduğunu Kopernik bağlamında söylemek yanıltıcı olur. Çünkü aynı ifade tarzı Kopernik için daha önce söz konusu edilmiş olan farklı anlamlarda kullanılmaktadır.

Ayrıca, böyle bir ifadenin bu anlamda kullanılması esasen yaygın olmadığından ve belirsiz kaldığından, Kopernik'in başarısının gölgede bırakılması sonucunu doğurur. Bu itibarla, Kopernik'in gezegen hareketlerine ilişkin olarak bir yasa üzerinde durduğunu ve bu yasaya dayalı yeni bir teori kurmuş olduğunu açıkça belirtmekte fayda vardır ve hatta meselenin yanlış yorumlanmış olması dolayısıyla, bu konuyu vurgulamak şarttır. Burada Kopernik'in yaptığı şey, Ockham'in önerisine uygun tarzda ek varsayım sayısını azaltmaktan, varsayım sayısı yönünden ekonomi sağlamaktan ibaret değildir. Kopernik yeni bir teori kurmuştur.

Kopernik'in, sistemini Batlamyus sisteminin onarılması suretiyle kurmuş olduğu düşüncesi yalnız yanlış değil, aynı zamanda yanıltıcıdır. Çünkü böyle bir tez Kopernik'in başarısının yanlış bir perspektif içinde görünmesi ve hatalı şekilde değerlendirilmesi sonucunu doğurmaktadır. Eğer Kopernik'in yaptığı şey Batlamyus sistemine sadece ondaki ek varsayımların yerine geçecek şekilde eklenmiş olsaydı, o zaman o sistemin kopuk varsayımlarını ortadan kaldırmak suretiyle bir basitleştirme meydana getirmiş olduğu doğru olurdu. Oysa Kopernik gezegenlerin ikinci eşitsizliklerine ilişkin bir kinematiksel perspektif yasasına dayanarak Batlamyus sisteminden bağımsız

yeni bir teori kurmuştur. Ancak, sisteminin teknik ayrıntılarını işlerken, en kalburüstü örneği Batlamyus sisteminde görülen eski geleneklere başvurmuştur.

Böylece, Kopernik sistemi Batlamyus sisteminden esas itibariyle farklı yeni bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Batlamyus sisteminde, gerçek âlemdeki temellerinin ne olduğu bilinmeyen, evrenin fiziksel ya da geometrik yapısı açısından neye karşılık geldikleri kestirilemeyen ve kinematiksel açıdan da net olarak yorumlanamayan episikl ve eksantrikler gökcisimleri hareketlerine ilişkin her türlü açıklamayı yapmak için ana malzeme yerine geçmekteydi. Kopernik sisteminde ise gezegen duraklama ve retrograd hareketleri ön plana geçmiş, bunlara ilişkin olarak tek başına kalmış ve tatmin edici bir biçimde çözümlenememiş gizemli olguları bir birlik içinde ele alıp kesin bir izaha bağlayan bir teori ortaya atılmıştır. Bu teori Kopernik sisteminin ana kısmını ve hatta tümünü oluşturur. Episikl ve eksantrikler ise duraklama ve retrograd hareketlere ilişkin hız değişmeleri dışında kalan hareket düzensizliklerinin hesabını vermek üzere bu teoriye ek teknik ayrıntılar şeklinde eklenmiş durumdadır. Başka bir deyimle, Batlamyus sisteminde *ad hoc* varsayımlar yardımıyla ele alınıp geçiştirilen sisteme ek problemler Kopernik sisteminin gövdesini ve ana kısmını meydana getirmiş, Batlamyus'ta sistemin tümünü kurup oluşturmaya yarayan düzenlemeler ise Kopernik sisteminde kendi bünyesi ile örgün bir bağlantısı olmayan eklentiler konumuna düşmüştür.

Astronomi tarihinde uzun ve köklü bir problem teşkil etmiş olan ve gezegen hareketlerindeki ikinci eşitsizliklere ilişkin olarak askıda kalmış bulunan olgu gruplarını ilk defa güzel bir açıklamaya bağlayabilmiş olması dolayısıyla Kopernik sisteminin çok iyi karşılanması gerekirdi. Ne var ki, yeni sistem bu olguları bir birlik içinde göstermeyi çok sağlam bir şekilde yerleşmiş birtakım düşünce ve inançları yıkmak pahasına başarabildi. Büyük bir olumsuz tepki ile karşılanması bu yüzdendi.

Kopernik sisteminin, ana çizgileriyle, gezegenlerin ikinci eşitsizliklerine ilişkin olguları temellendiren bir kinematiksel perspektif yasasına dayandığı ve bu olgular arasında bu yasaya dayanarak bir birlik kuran bir teori niteliği taşıdığı konusunda Kopernik'in kendi ifadelerinden destek aramak ve sisteminin bu özelliğini yansıtan bazı aydınlatıcı sözlerini bu bağlamda göz önünde bulundurmak faydalı olur.

Kopernik *De Revolutionibus*'un birinci kitabında dördüncü bölümün sonlarında şöyle diyor:

"Gezegenler çeşitli şekillerde hareket ederler; bazen güneye, bazen da kuzeye doğru seyrederler. … Bazen yerküremize yaklaşırlar… Bazen de Yer'den uzaklaşırlar… Fakat buna rağmen hareketlerinin dairesel olduğunu ya da dairelerden oluştuğunu kabul etmek gerekir. Çünkü bu düzensizlikler kesin bir yasaya uygun olarak meydana gelmekte ve belli süreler içinde aynen tekrar etmektedirler. Oysa hareketleri dairesel olmasaydı böyle bir durum meydana gelmezdi. ... Bu nedenle, bu hareketlerin düzensiz görünmesinin ya dolanım eksenlerinin çeşitli doğrultularda oluşundan ya da Yer'in bu dolanım yörüngelerinin merkezinde bulunmayışından ileri geldiği genellikle kabul edilmek-

tedir. Böylece de yerküresi üzerinde bulunan bizlere bu cisimlerin yörüngeleri boyunca yaptıkları hareketler bize yakın oldukları zaman, uzak oldukları zamanlara göre daha büyük görünmektedir (optikte ispat edildiği üzere). Yine, düzgün dairesel hareketler, farklı mesafelerden bakılınca, eşit sürelerde farklı mesafeler kat ediliyormuş gibi görüneceklerdir."

Bu vesileyle, gökcisimlerine ilişkin devreler konusuna bir daha kısaca değinmemiz faydalı olacaktır. Bilindiği üzere, her gezegen için çeşitli olayların birbiri arkasından gelen belirişlerini ayıran boylam farkları ve zaman süreleri birtakım değişiklikler gösterir. Fakat bunların sabit ve ortak bir ortalama değeri bulunmaktadır. Bu sabit ve ortak ortalama değeri bulmanın ideal yolu bu olaylardan herhangi birinin iki defa aynı boylamda belirmesi arasındaki zaman süresiyle bu zaman süresine karşılık gelen olay sayısını saptamaktır. Bu belirli sürelerin tek tek gösterdikleri bu değişiklikler Yer'in hareketi dolayısıyladır. Kopernik sistemi bu düzensizliklerin temelinde bulunan sabit periyodu tek tek görülen farklı periyotlarla açık bir şekilde ilişkilendirmeyi sağlamaktadır. Yukarıdaki ifadesinin baş kısmı Kopernik sisteminin sağladığı bu tarz açıklamayı akla getirmektedir.

Daha sonraki kısımda Kopernik'in ortak merkezli küreler sistemine yaptığı dolaylı atıf da ilgi çekicidir. Yine bu sözlerdeki çok ilginç bir kısım "kesin bir yasa"yı ve "optik"i söz konusu eden cümledir. Buradaki optik sözcüğü, o zamanın kullanılışıyla, perspektif anlamına gelmektedir. Genellikle, bu cümledeki optik kelimesiyle Öklid'in bu konudaki eserine atıf yapıldığı kabul edilmektedir. Fakat Kopernik zamanında optik konusunda başka önemli eserler de vardı. Kopernik'in burada genel bir tarzda perspektif konusundan söz etmekte olması da muhtemeldir.

Aynı eserin birinci kitabının beşinci bölümünden alınan aşağıdaki sözler de konumuz bakımından ilginç görünmektedir:

"Çünkü Yer'in hareket merkezinde bulunduğu reddedilir ve gökcisimleri hareketlerinin düzensiz görünmesinin yerküresinden ayrı bir merkeze göre tertiplenmiş olmalarından ileri geldiği kabul edilirse, bu yoldan bu değişen hareketlerin düzensizlikleri mantıklı bir nedene bağlanmış olur."

Aynı eserinde, birinci kitabın sekizinci bölümünün sonuna doğru da Kopernik şöyle yazıyor:

"Nihayet, gezegenlerin yerküresine yaklaşma ve uzaklaşmalar gösterdikleri apaçık olduğuna göre, gerek yerküresi olduğu iddia edilen merkez etrafındaki hareketleri ve gerekse yaklaşma ve uzaklaşma hareketleri aynı cismin hareketi olacaktır. Bundan dolayı, bu hareketin genel bir anlamda bir merkez etrafında yer aldığını kabul etmemiz ve her hareketin kendine uygun düşen bir merkeze bağlanmasıyla tatmin edilmemiz gerekir."

Yine sekizinci bölümde, yukarıdakinden az önce geçen bir ifadesine göre, Kopernik gezegen hareketlerini meydana getiren etmenlerde bir değişme meydana geldiğini gösterecek bir belirti bulunmadığından bu hareketlerin düzgün dairesel olmaları gerektiğini söylüyor. Demek ki, yukarıda sunulan sözleriyle Kopernik gezegen hareketlerindeki düzensizliklerin zahiri olduğu ve bu zahiri düzensizliklerin sadece geometri ve perspektif nedenlerine bağ-

lanması gerektiği kanısına ulaşmış, sistemini kurarken bu düşünceyi temele koymuştur.

Nihayet, *De Revolutionibus*'un birinci kitabının dokuzuncu bölümünün sonunda Kopernik'in şu ilginç sözleriyle karşılaşıyoruz:

"… Eğer yıllık dolanım… Yer'e atfedilirse… gezegenlerin duraklamalarıyla retrograd ve doğru yönlerdeki hareketlerinin kendilerine ait hareketler olmayıp gezegen hareketlerinin yansıttığı yer küresi hareketinden ileri geldiği görülür… Bütün bunları bize bu olayların birbirleri peşi sıra gelişlerindeki düzeni belirleyen yasa ve evrenin tümünün uyumu telkin etmektedir. Ancak, bu telkinden pay alabilmemiz için gözümüzü dört açarak olguları göz önünde bulundurmamız gerekir."

Bu sözlerden görüldüğü üzere, Kopernik için, gerçekten, ikinci eşitsizlikleri oluşturan bu olay gruplarını ve bunlara ilişkin olguları birbirlerine bağlayıp bir birlik içinde gösteren bir teorinin kurulması söz konusudur. Bu teori bu olayların tabi olduğu "yasa"ya dayanmaktadır ve bu yasanın keşfi gözlemlerin tespit ettiği bu olgular arasındaki ilişkiler üzerine dikkatle eğilmek suretiyle mümkün olmuştur.

Kopernik kendi sistemini yedi temel önerme üzerine oturtarak sunmuştur. Bu önermelerden hiçbirinde ortak merkezli düzgün dairesel hareketlerden oluşan bir düzende perspektif meselesi tümüyle söz konusu edilmemektedir. Fakat bu önermelerden altısının, böyle bir düzenlemeyle ve gözlemler böyle bir yörüngede hareket etmekte olan yerküresinden yapıldığına göre bu durumda meydana gelecek görünüşlerle doğrudan doğruya ilgilidir. Ayrıca dikkate değer ki, bu temel önermeleri anmadan hemen önce, *Commentariolus* adlı eserinde, Kopernik yeni sisteminin doğuşu konusunda bilgi vermekte ve o zaman geçerli olan sistemlerdekinden daha akla yatkın sayılabilecek ve düzgün dairesel hareket ilkesine aykırı düşmeyecek yeni bir dairesel hareketler düzeni veya karışım tarzı arayarak işe başlamış olduğunu söylemektedir. Bu ise yukarıda ileri sürülen düzgün dairesel harekete dayalı bir perspektif yasası görüşüne uygun düşmektedir. Demek ki Kopernik görünüşlere ilişkin bu genel şemayı mevcut uygulama durumuna uygunlaştırıp birtakım unsurlara ayırarak sistemi için sunduğu temel önermeler şekline sokmuş olabilir.

Nihayet, *De Revolutionibus*'un beşinci kitabında Kopernik dayandığı bu "perspektif yasası"nın alt ve üst gezegenler özel halleri için bazı ayrıntılarını vermektedir. Yani alt ve üst gezegen hareketlerinin hareket halindeki yerküresinden çeşitli durumlarda ne şekilde görüneceklerini Kopernik bu beşinci kitapta söz konusu etmektedir.

Kopernik sisteminin ikinci eşitsizlikler konusunda gösterdiği başarının kaynağı ve niteliği üzerindeki bu düşünceler onun gezegen dolanım periyotları meselesine getirdiği açıklığa da bağlanabilir. Geri kalan başlıca konu gezegen uzaklık ve sıralanışları meselesine ilişkindir. Şimdi de yeni sistemin gezegen uzaklık ve sıralanışları konusuna katkısını bir daha kısaca gözden geçirelim.

Kopernik'in bu başarısı bazen onun evrende bir harmoni (uyum, ahenk) tespit etme çabası şeklinde yorumlanmıştır. Oysa Kopernik bu uzaklık ve sıralanışların sadece belirlenebilir olduklarını göstermekle ve bunları belirlemek-

le yetinmiş, ayrıca, bunlarla gezegen ikinci eşitsizlikleri arasında bazı ilişkiler kurmuştur. Fakat bu uzaklıkları temsil eden sayılar arasında ve bunlarla gezegen dolanım periyotları arasında harmoniye yorulacak herhangi bir bağ kurmaya çalışmış değildir.

Hatta tersine, Kopernik sistemi gezegen uzaklık ve sıralanışları konusunda Pisagorculardan kalmış olup aslında müzikolojiye de dayanan harmoni düşüncelerini ve bunlarla birlikte, Aristotelesçilerden gelen ve boşluğun imkânsızlığı inancına dayanan bitişiklik ilkesini konu dışına çıkarmıştır. Böylece, Kopernik sistemi gezegen uzaklık ve sıralanışları sorununda, rakip iki sistemdeki belirsizlikleri ortadan kaldırmakla da kalmamış, ikinci eşitsizlikler konusunda olduğu gibi, burada da, yerlerini almakta olduğu sistemlerdeki kopuk ve belirsiz ek varsayımları gereksiz hale getirmişti. Bunlardan harmoniye ilişkin olanının bu akıbeti hiç de yadırganacak nitelikte değildi. Bitişiklik ilkesinin saf dışı kalmasının değer ve isabetliliği ise bilimin daha sonraki gelişmeleri ışığında çok daha iyi anlaşıp değerlendirilebilecek bir konuydu.

Anlaşıldığına göre, Kopernik'i, kendi ifadesiyle, evren yapısı sorununda asıl ilgilendiren şey bu konudaki karanlık noktaların sistemi tarafından aydınlatılabilmiş ve gezegen uzaklıklarıyla sıralanışlarının nihayet belirlenebilmiş olmasıydı. Bu başarı onun sisteminin bir nevi yan ürünüydü. Bu bakımdan da onun öğretisinin daha önceki sistemlerin aciz gösterdikleri bir sınavı başarı ile verebildiğini ortaya koymaktaydı. Nitekim evren yapısının belirlenmesi işinde sisteminin gösterdiği bu başarıdan *De Revolutionibus*'un önsözünde Kopernik'in kıvançla söz ettiğini görmüş bulunuyoruz.

Kopernik, böylece, kendi sisteminin, sistem temeline konan olgular arasında bağlantı ve birlik kurma dışında, bazı ek konulara da ışık tutma olanaklarına sahip olmak bakımından verimliliği üzerinde durmuş olmaktadır. Nitekim Kopernik, yine *De Revolutonibus*'un önsözünde, Batlamyus sistemini eleştirirken, onun evren yapısı bakımından tatmin edici olmayışını o sistemde kullanılan temel ilkelerin yetersizliğine bağlamaktadır. Kopernik'e göre, Batlamyusçuların bu başarısızlığı yanlış varsayımları temele koymuş olmalarından ileri gelmektedir. Kopernik'in bu sözlerinin onun astronomi teorilerinin niteliği hakkındaki görüşünü yansıttığı söylenebilir.

Yeni öğretisiyle Kopernik'in astronomiye sadece yeni ve pragmatik bir hesaplama yolu getirmeyi amaçladığını düşünmenin tamamıyla hatalı olacağını daha önce görmüş bulunuyoruz. Kopernik bunun dışında ve anlaşıldığına göre, bundan çok daha önemli olarak, astronomik bir teorinin yeni bilgi üretebilme niteliğine de sahip olması gerektiğine inanmaktaydı ya da bunu hissediyordu. Gerçekten, belli bazı olguları bir araya toplayıp anlamlandırmak dışında, bir teori ancak böyle bir niteliğe de sahip olduğu takdirde yeni çalışma ve araştırmalara yol açmak ve ışık tutmak durumunda bulunabilir. Gezegen uzaklık ve sıralanışlarını belirleyebilmiş olması Kopernik sisteminin bu gibi potansiyel olanaklar bakımından verimliliğine işaret etmekteydi.

Kopernik sistemi sabit yıldızlar konusunda da zengin bilgi kazandırmaya elverişliydi. Kopernik'in, sistemini bu yönde değerlendirmesi zamanın koşulları içinde olanaksızdı. Fakat yine de, sabit yıldızlarda paralaks ölçülememesi

sorununa ilişkin olarak sistemine eklediği temel önerme, onun bu yönden sisteminin sağlayabileceği olanakları sezebilmiş olduğunu göstermektedir.

Böyle bir iddia çok abartılı sayılmasa gerektir. Çünkü esasen Kopernik'in kendisinin bu konuda önemli bir katkısı vardı. Bu da sisteminin sabit yıldızların o zamana kadar sanıldığından çok daha uzakta olduklarını göstermekte olmasıydı. Ayrıca, Kopernik'in bu mesafeyi sonsuz sayma eğiliminde olmadığı görülüyor. Çünkü daha önce gördüğümüz üzere, sabit yıldızların ötesinde evrenin boş mekân olarak sonsuz bir şekilde uzandığını ve sabit yıldızlar feleğinin bu bölgenin iç sınırını oluşturup belli ve sınırlı bir uzaklıkta bulunduğunu olası sayıyor. Yine, sabit yıldızlarda bir paralaks hareketinin aslında var olduğunu, fakat mesafenin uzaklığı dolayısıyla, belli perspektif yasası gereğince, bu paralaksın fark edilemediğini *De Revolutionibus*'un birinci kitabında onuncu bölümün sonunda söylüyor.

İyi bir teori yeni araştırmalara yol göstermek ve ışık tutmak suretiyle kendisinde bazı onarımların yapılması ve bu yoldan birtakım gelişmelerin gerçekleştirilmesi yolunu da açmış olur. Kopernik sisteminin bir taraftan Yer'i bir gezegen durumuna getirmesi, diğer taraftan da birinci eşitsizliklere ilişkin eski astronominin kinematiksel ve geometrik modellerini kullanmak zorunda kalmış olmasının bu bakımdan üzerinde durulabilir. Kopernik sistemi Yer dolanım hareketindeki hız değişmelerine ek olarak bu dolanım boyunca Yer ekseninin kendi kendine paralel kalışının ve gündönümü noktalarının presesyonu olayının izahı için, yerküresini birtakım hayali kürelere sabitlenmiş ve bu kürelerin hareketlerine tabi bir durumda farz etmesi gerekmekteydi. Denilebilir ki, Yer'in böyle kürelere çakılı olduğunu ve bu karmaşık hareketleri bu sayede yaptığını tasarlamak, hiç değilse psikolojik açıdan, uzak gökcisimleri için böyle varsayımsal düzenlemeler kabul etmekten çok daha zordu.

Bu bakımdan Kopernik sisteminin genellikle birinci eşitsizlikler için eski geleneklere uyarak astronominin başvurmak zorunda kaldığı bu düzenlemelerin ne kadar hayali olduğuna, bunların evrenin fiziksel gerçeklerini temsil etme açısından tatmin edici olmaktan ne derece uzak bulunduklarına dikkati çeken ve bunların elenmesini çabuklaştıran bir tarafı olduğu akla gelmektedir. Kopernik sistemi ikinci eşitsizliklere ilişkin Batlamyus sistemi episikllerini gereksiz kılmakla da bu yolda örnek vermiş sayılabilirdi. Böyle bir düşünce mantıklı görüldüğü takdirde, Kopernik sisteminin bu bakımdan da gelecekteki gelişme olanaklarını bünyesinde gizlemiş olduğu söylenebilir. Nitekim Kopernik'ten nispeten kısa bir zaman sonra Kepler bu varsayımsal düzenlemeleri tamamen tasfiye etmeyi başarmıştır.

Doğal olarak, Kopernik'in kendisi sisteminin sağladığı potansiyel olanakların ancak küçük bir kısmını ortaya koyabildi. Kepler "Kopernik ne kadar zengin olduğunun farkında değildi" demiştir. Gerçekten, Kepler'in buluşları Kopernik sisteminin sunduğu bazı olanakların gün ışığına çıkmasını sağlamıştır. Ve nihayet Kopernik sistemi temelde olmasaydı Newton'un evrensel çekim yasasını keşfederek elde ettiği büyük başarının yolu da kapalı kalmış olacaktı. Kopernik bu bakımdan da, modern bilimin doğuşu bilimsel devriminde, geriye dönüşü olmayan bir ilk adım atmıştı ve bunu yapmakla açtığı çığırın büyüyüp gelişmesi, attığı tohumun yeşerip göğermesi kesindi.

Kopernik Devriminin yarattığı şaşkınlığın ve olumsuz tepkilerin canlılıklarından henüz bir şey yitirmeden devam etmekte oldukları bir sırada yazdığı *Büyük Evren Sistemleri Üzerine Diyalog* adlı eserine, Galilei, bir resim eklemişti. Yeni sistemin ileri sürülmesiyle ortaya çıkan durumu, bu resim, Kopernik'le Batlamyus ve Aristoteles arasında bir tartışma şeklinde canlandırıyor. Sistemin büyük savunucusu Galilei bu resimle konumuzun güzel bir özetini gözlerimizin önüne seriyor ve yeni sistemin Batlamyus astronomisi kadar Aristoteles fizik görüşlerini de ilgilendirdiğini veciz bir şekilde dile getiriyor. Esasen, Kopernik sisteminin yarattığı tepki ve yankılar da durumun böyle olduğunu açıklıkla göstermiş bulunmaktaydı.

Bugün her çocuk ilkokul çağında Yer'in kendi ekseni üzerinde döndüğünü ve Güneş etrafında dolandığını öğreniyor. Fakat Kopernik'in dört yüz elli yıla yakın bir zaman önce böyle bir şey söylemesi büyük bir fırtına koparmış, Kopernik bütün şimşekleri üzerine çekmişti. Daha ana eseri *De Revolutionibus* çıkmadan Luther, Kopernik'i şiddetle protesto etmiş ve Musa'dan sonra Musevilere önderlik etmiş olan Josue'nin Güneş'e "dur" emrini verdiğini, durmakta olan bir şeye ise "dur" denmeyeceğini ona hatırlatmıştı. Josue'nin Güneş'i bir an için olsun durdurup durduramadığı sorusunu yanıtsız bırakabiliriz. Fakat Kopernik'in Güneş'i durdurmayı başardığından şüphemiz olamaz. Kopernik Güneş'i durdurmakla da kalmadı. Batlamyus'un da Aristoteles'in da zihinlerdeki yüzyıllar boyu sürüp gelmiş egemenliklerine tarihte ilk kesin "dur" emrini verdi.

Kopernik'in anıtsal yapıtını anlayıp değerlendirmede bazı güçlüklerle karşılaşılıyorsa, bu onun modern bilim hareketinin eşiğinde bulunuşundan ileri geliyor. Çünkü yeni bilimsel çağın kalburüstü yaratıcılarının ön safında bulunan Kopernik Romalıların Janus adlı tanrısına benziyordu. Biraz da esrarlı olan bakışları bu Tanrınınki gibi çift yönlüydü. Kopernik bir taraftan bakışlarını geleceğin uzak ufuklarında dolaştırırken öbür yandan da gözlerini geçmişe dikmişti ve bir tarih yapıcısı olarak çağını tarihe devretme çabası içindeydi.



Dialogo

Sopra i due Massimi Sistemi del Mondo

Discorsi e Dimostrazioni

Matematiche Intorno A due Nuoue Scienze

Galileo Galilei



Modern bilimin başlangıcı

Galilei'nin *Diyalog ve Konuşmalar*'ı*

Nalân Mahsereci

Bilimsel Devrimin "omuzlarında yükseldiği devlerden" biri Galileo Galilei'dir (1546-1642). Galilei adı, bilim tarihinin sayfalarında, hem modern bilimin başlatıcısı, hem modern fiziğin kurucusu sıfatlarıyla taçlanmış olarak geçer. Galilei'yi modern bilimin başlangıcı kılan, doğayı ve evreni matematikselleştirmesi, doğa ve evren yasalarını incelerken, gözlem ve deneyle matematiksel düşünmeyi birleştiren modern yöntemi uygulamış olmasıdır. Onu modern fiziğin kurucusu yapan ise, özellikle hareket fiziği (dinamik) üzerine çalışmalarıyla Aristoteles fiziğini yıkmış ve yeni fiziği kurmuş olmasıdır. Galilei kurduğu yeni fizikle, Güneşmerkezli evren sistemini kanıtlamaya uğraşmıştır. O aynı zamanda, insanoğlunun aklını bağlayan, evreni anlama yolunda ilerlemesinin önünü tıkayan Batlamyuscu Yermerkezli evren anlayışının çürütülmesi ve Kopernikçi Güneşmerkezli evren kavrayışının kabul edilmesi sürecinin en azimli savaşçısıdır.

Galilei, bilimsel düşüncelerini çok sayıda yapıtla ortaya koymuştur. Bunlar arasında, Engizisyon'da yargılanmasına yol açacak *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* (*Dialogo Sopra i due Massimi Sistemi del Mondo*, 1632)(1) ve ev

---

* Elinizdeki kitap için yazarı tarafından yeniden ele alınıp geliştirilen bu makale şu kaynakta yayımlanmıştır: Nalân Mahsereci, "Galilei'nin *Diyaloglar*'ı ve modern bilimin başlangıcı: Yeryüzü ile gökyüzünü birleştirdi…", *Bilim ve Gelecek*, Ocak 2007, S.35, s.20-24.

1) Bu makaleyi yeniden kaleme almayı fırsat bilerek, *Galilei'nin İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* (Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2008) adlı başyapıtını, üzerinde uzun yıllar titizlikle çalışarak Türkçeye kazandıran, üstelik bunu bir yayınevinin talebiyle değil, kendi kişisel amacı olarak gerçekleştiren Sayın Reşit Aşçıoğlu'na popüler bilim yayıncılığı topluluğunun bir üyesi olarak teşekkür etmeyi borç biliyorum. Reşit Aşçıoğlu, Galilei'nin bu yapıtının önemini kamuoyuna anlatabilmek için epeyce uğraş vermiş, Galilei hakkında *Gaileo: Bilimsel Devrim* (Cumhuriyet Kitapları, 2004) adlı bir kitap da yazmıştır.

hapsine mahkûmken yazdığı *İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar* (*Discorsi e Dimostrazioni Matematiche İntorno à due Nuoue Scienze*, 1638) adlı yapıtları, Aristotelesçi karşıtlarının klasik ve yeni tüm savlarını tek tek çürütmek, böylelikle Aristoteles biliminin gökbilim, fizik ve felsefe temellerini yıkmak ve evreni ve doğayı matematikselleştiren yeni bir fizik kurmak için tasarladığı, Kopernikçi Güneşmerkezli evren modelinin savunusuna odaklanan başyapıtlarıdır. Dogmalaşmış geleneksel öğretiyle yürüttüğü keskin mücadele dolayısıyla, Kilise ve Engizisyon'un gölgesi, Galilei'nin yaşamından eksik olmamıştır.

Yeni fiziği kurmak için Aristoteles fiziğini yıkmak gerekir

MÖ 4. yüzyıldan MS. 17. yüzyıla kadar, iki binyıl boyunca bilime egemen olan Aristoteles düşüncesidir. Galilei döneminde üniversiteler, Kilise tarafından da içselleştirilen Aristoteles düşüncesinin kaleleri konumundadır. Galilei'nin gençlik yapıtlarında evrenbilim ve fizik, Avrupa üniversitelerinin çoğunda öğretildiği gibi Aristoteles fiziğinin ilkeleriyle ele alınır. Ancak Galilei'nin cisimlerin hareketleri üzerine yaptığı çalışmalarda ve yazılarında Aristoteles fiziğinden kopmaya başladığı görülür. Kopernik'in Güneşmerkezli evren modelini benimsemiştir. Dünyanın döndüğünü kanıtlayabilmek için, yeni bir fizik kurmak gerektiğinin, bunun için de Aristoteles'e dayalı eski fiziği yıkmak zorunda olduğunun ayrımındadır.

Galilei'nin yeni fiziği, hareket analizlerinden yükselecektir. Aristoteles, hareket halindeki bir cisim itilmezse (ya da çekilmezse) er geç duracağını savunmaktaydı. Günlük gözlemlerde doğrulanabilecek, görünüşteki bu gerçek, bilimin gelişmesini uzun süre engellemiştir. Sağduyu görünenle yetinirken, bilimin görünenin ötesindeki bağıntılara yönelmesi gerekir. Görünen de ancak, geride yatan ilişkilerin ortaya çıkarılmasıyla açıklanabilecektir. Herakleitos'un binlerce yıl önce söylediği gibi, “Evrenin işleyişine esas olan ölçüler gizlidir”; bilimin amacı bunları ortaya çıkarmaktır.

Aristoteles'in cisimlerin hareketiyle ilgili görüşü, görünüşte doğru, ama özde yanlıştır. Bugün biliyoruz ki, hareket halindeki bir cismin durması, itilmemesi ya da çekilmemesinden değil, hareketten alıkoyucu etkenlerin varlığı nedeniyledir. Galilei, Aristoteles'in görüşüne ters düşen bir tez geliştirir: Hareket halindeki bir cisim, dış etkenlerden serbest kaldığında, hareketini tekdüze bir hızla sürdürür. Buna göre, dış etkenler hareketin değil, hareketin değişmesinin nedenidir. “İvme” denen bu değişiklik, devinimin hızında ya da yönünde olabilir. Galilei'nin hareket fiziğindeki bu tez, Newton mekaniğinde hareketin 1. ve temel yasası olarak, “eylemsizlik ilkesi”yle yasalaşacaktır: Yani, her cisim bir dış kuvvetin etkisi olmadıkça, hareket halindeyse, aynı hızla hareketini; duruyorsa, hareketsizliğini sürdürür.

Cisimlerin hareketinde dış güçlerin etkisinin hızda değil, ivmede kendini gösterdiği düşüncesi Galilei'ye, serbest düşmeye ilişkin deneylerini açıklama olanağı vermiştir. Geleneksel Aristoteles teorisine göre, bir cismin düşme hızı ağırlığıyla orantılıdır. Galilei, Pisa Üniversitesi'ndeyken, eğikliğiyle ünlü Pisa Kulesi'nden aşağıya değişik ağırlıklar atarak deneyler yapmıştır. Bilim tarihi

açısından, Galilei'nin taşlarının Newton'un elmasının öncülü olduğu söylenebilir. Gözlemler, düşmenin sabit bir hızla değil, artan bir hızla oluştuğunu göstermiştir. Burada hareketin düzgün doğrusal değil, ivmeli olması; bir etkinin araya girdiğini ve doğal hareketi değiştirdiğini düşündürmüştür. Bu ise, yerçekimi kuvvetidir. Galilei'nin bu keşfi, serbest düşme yasasına yol açar: $s = \frac{1}{2} gt^2$. Yani, serbest (ya da boşlukta) düşen bir cismin aldığı mesafe, düşme süresinin karesiyle doğru orantılıdır. Bu ilişki ağırlıkları ve maddesel nitelikleri ne olursa olsun, tüm cisimler için geçerlidir.

"Doğa matematiğin diliyle konuşur"

Galilei döneminde, matematiğin fizikte açıklama ve kanıtlama aracı olarak kullanılmasının uygun olup olmadığı sorusu, verimli tartışmalara yol açan bir konuydu. Aristotelesçilere göre matematik soyuttur, gerçeği konu edinen fizikte önemli bir yeri yoktur. Matematiğin niceliklerin sayılmasında, ölçülebilir olanın ölçülmesinde kullanılabileceğini; ama fiziğin doğrudan duyumsal deneyimler üzerine kurulması gerektiğini söylemektedirler. Platoncular ise, evrenin düzeninde matematiğin birincil rol oynadığını, yüksek bir değeri olduğunu düşünmektedir. Kısaca tartışmanın kilit noktası, matematiksel açıklamaların gerçekliğe denk düşüp düşmeyeceği ya da ne oranda denk düşeceği sorusundadır.

Galilei'ye göre, doğayı ve evreni, matematiğin diliyle sorguya çekmek gereklidir. Geometrik biçimlerin maddede somutlaştırılabileceğini, hatta maddede her zaman somutlaşmış bir geometrik biçim olduğunu söyler. Bir cismin küre olup olmadığına, gerçek olup olmadığına göre değil, küre tanımına uyup uymadığına göre karar verilmelidir. Bu düşüncelerini *Il Saggiarote* (Ayarcı, 1623) adlı yapıtında şöyle anlatır: "Felsefe (bilim) gözlerimiz önünde açık duran 'evren' dediğimiz o görkemli kitapta yazılıdır. Ancak yazıldığı dili ve alfabesini öğrenmedikçe bu kitabı okuyamayız. Kitabın yazıldığı dil, matematiğin dilidir; harfleri üçgen, daire ve geometrik şekillerdir. Bu dil ve harfler olmaksızın, kitabın bir tek sözcüğünü anlamaya olanak yoktur."[(2)]

Galilei'nin, fiziğin matematikleştirilmesi düşüncesinin, yöntem ve biliminin kaynaklarından biri de, gençliğinde yoğun bir biçimde incelediği Arkhimedes'dir. Galilei'yi evreni ve doğayı açıklarken matematiğe başvuran çağdaşları Kepler ve Descartes'dan ayıran yaklaşımlarındaki farklılık olmuştur. Kepler de evrenin matematiksel ilişkiler üzerine kurulduğunu düşünmektedir; ama sayılara Pisagorcular gibi mistik anlamlar yükler. Galilei, doğayı anlamak için kuramdan yola çıkarak kurulmuş deneylere başvurmak gerektiğinden söz etmekte, bu noktada da "saf matematikçi" Descartes'dan ayrılmaktadır.

Galilei'de deney, kuramı sınamak içindir

Bilim tarihçileri, gözlem ve deneyin modern bilimdeki yerini vurgularken, Galilei adının altını çizerler. Galilei'nin *Diyalog* ve *Konuşmalar* yapıtlarında savlarını

---

2) Cemal Yıldırım, *Bilimin Öncüleri,* Bilim ve Gelecek Kitaplığı, 27. Baskı Nisan 2012, s.86.

kanıtlamak ve karşıt savları çürütmek için sık sık gözlem ve deneye başvurduğu görülür. Hatta, geleneksel öğreti ve inançlara karşıt olduğu için, gözlem ve deney sonuçlarını kabul etmeme tutumuyla inceden inceye alay da eder. Ama onun gözlem ve deney yöntemi, Aristoteles fiziğinin kullandığı doğanın gündelik ve genel gözlemi ile kendiliğinden deney yönteminden farklıdır.

Galilei doğayı yöntemli olarak sorgular; ön deneylerden yola çıkarak oluşturulmuş bir kuramdan ve bu kuramdan yola çıkarak kurulmuş deneylerden yararlanır. Onun deneyleri, bir kuramın fiziksel dünyayı açıklayıp açıklamadığını ortaya koymaya, kuramı desteklemeye ya da çürütmeye yarar; kuramın yerini alamaz. İnsan düşüncesini kökten değiştiren 17. yüzyıl Bilimsel Devrimi, kendi bilgi oluşturma yöntemini, bilimsel düşünüşü ve bilim etkinliğini de geliştirmekte, yeniden kurmaktadır.

Einstein, *İki Temel Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*'un İngilizce çevirisine yazdığı önsözde, Galilei'nin deney yöntemini şöyle anlatır: "Galilei'nin tümdengelim yöntemi yerine deney yöntemini getirerek, 'modern bilimin kurucusu' sıfatını kazandığı sık tekrarlanır. Ancak kanımca bu yorum, dikkatli bir incelemeyle çürütülebilir. Ussal yöntem ve ussal kavramlar olmadan, sırf deneysel yöntem diye bir şey olamaz. Ve deneyden geçirilmesi gereken olguya açıklık sağlamayan bir uslamlama da olamaz. Deneysel yöntem ile tümdengelime dayanan ussal yöntemi karşı karşıya koymak yanıltıcıdır ve Galilei'nin benimsediği bir yaklaşım değildir. Onun zamanında başvurabileceği deneysel yöntem olanakları o denli kısıtlıydı ki, Galilei deney verileri arasındaki büyük uçurumları ancak çok cüretli düşünsel köprülerle kapayabilirdi. Tümdengelim düşünselliği Galilei'nin eserlerinde deneyselliğe zıt bir yaklaşım olarak yer almaz. Aristoteles ve yandaşlarının tümdengelim yöntemlerine bile, Galilei ancak bu yöntemin dayandırıldığı veriler keyfi ve akılsızca olduğu takdirde itiraz eder; onları salt tümdengelim yöntemine başvurdukları için eleştirmez."[3]

Güneşmerkezli evren modeline teleskop desteği

Galilei teleskopu ilk icat eden kişi değildi; ama bir Hollandalı mercekçinin, iki merceği birleştirerek uzaktaki cisimlerin büyük görülmesini sağladığını duyunca; farklı birleştirmeler deneyerek görüntüyü 30 kez büyüten bir alet yapmayı başarmıştır. Galilei'nin teleskopu astronomi gözlemlerinde kullanan ilk kişi olup olmadığını bilmiyoruz. Bu bağlamda onun katkısı, teleskopu bilimsel amaçla yoğun bir biçimde kullanmış olmasındadır.[4] Galileli'nin astronomik gözlemlerini anlattığı, *Siderius Nuncius* (*Yıldızların Habercisi,* 1610) adlı yapıtı,

3) Reşit Aşçıoğlu, *Galileo: Bilimsel Devrim*, Cumhuriyet Kitapları, 2004, s.13.

4) "Teleskopu astronomi gözlemlerinde kullanan ilk kişi Galilei olmayabilir. Thomas Digges'in her biri Güneş gibi olan yıldızlardan meydana gelen sonsuz evren kavramı, göklerin teleskopla incelenmesi neticesinde ortaya çıkmış olabilir. Diğer taraftan, Galilei'nin teleskopla gözlem yaptığı aylarda, Digges'in arkadaşı Thomas Harriot'un bir teleskop kullanarak Ay yüzeyini haritalamakta olduğunu gösteren kesin deliller mevcuttur. Ancak Harriot çalışmalarını yayımlamamış ve teleskopun neler yapabileceği hakkında Batı bilim dünyasının dikkatini çeken ilk eser, Galilei'nin *Yıldızların Habercisi* (*Siderus Nuncius*) adlı eseri olmuştur." (Colin Ronan, *Bilim Tarihi, –Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi-*, Çev. Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu - Prof. Dr. Feza Günergun, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ocak 2003, s, 381-382.)

yayımlandıktan sonra, Avrupa bilim dünyasından olduğu kadar kamuoyundan da yoğun ilgi görmüştür. *Yıldızların Habercisi* de hem içeriği hem yarattığı etki bakımından, Galilei'nin en önemli yapıtları arasındadır.

Galilei'nin teleskopla gözlemleri, Kopernik'in Güneşmerkezli evren modeline doğrudan bir kanıt sunmamıştır. Getirdiği pek çok kanıt dolaylıdır. Ama bu gözlemlerin ortaya serdiği evren, Kopernik evrenine paralel düşmüştür. Yeni gözlem sonuçlarını Yermerkezli Batlamyus sistemine ve onu biraz daha geliştiren Tyco Brahe sistemine dahil etmek mümkündür, ancak bu yeni düzenlemeler, zaten yeterince karmaşık olan bu sistemleri daha da karmaşıklaştıracaktır. Oysa aynı sonuçlar, Kopernik sistemi içinde, hiçbir zorlama olmadan, yalın bir biçimde açıklanabilmektedir. Üstelik bazı Kopernikçi gökbilimciler, bu gözlem sonuçlarının bir kısmını önceden öngörmüştür. Dolayısıyla Yermerkezli evren ve Güneşmerkezli evren arasında sürüp giden mücadelede, teleskop ve Galilei'nin gözlemleri etkin bir silah, propaganda aracı niteliği kazanır.

Galilei teleskopunu gökyüzüne çevirince şunları görmüştür: Ay'ın yüzeyi, öteden beri sanıldığı gibi kusursuz ve pürüzsüz değildir; dağ ve vadilerle kaplıdır, yer yer kayalıktır. Galilei, Ay'ın kraterleri üzerine düşen dağların gölgelerinin uzunluklarını ölçerek, Ay'ın çukurlarının derinliğini ve dağlarının yüksekliklerini hesaplar; böylelikle ortaya çıkan üç boyutlu Ay yüzeyinin dünyanınkinden çok farklı olmadığı anlaşılır. Bu, yer ile gök bölgelerinin birbirinden farklı olduğunu ileri süren geleneksel görüşe ters düşmektedir. Ay yapısal olarak Dünya'ya benzemektedir, buna rağmen gökyüzünde hareket etmektedir!..

Güneş de mükemmel konumunu yitirmiştir, üzerinde lekeler vardır. Güneş lekelerinin hareketlerindeki değişkenlik, Güneş'in kendi ekseninde dönüşüyle açıklama bulmuştur. Bu da, Dünya'nın da kendi ekseni çevresinde dönüyor olabileceğine işaret etmektedir.

Teleskop gözlemleriyle Samanyolu Gökadası'nın çok sayıda yıldız kümesinden oluştuğu anlaşılmıştır. Dünya'nın hareket ettiği düşüncesine karşı geliştirilen, öyleyse yıldızların paralaksının[5] neden olmadığı sorusu yanıt bulmuştur: Yıldızları Dünya'dan ayıran büyük uzaklıklar, paralaksı saptamayı olanaksızlaştırmaktadır. Bazı Kopernikçi gökbilimcilerin savunduğu dev boyutlardaki (belki de sonsuz…) evren, artık akla daha yatkın görünmektedir.

Galilei, ne Kopernik sisteminde, ne de Batlamyus sisteminde öngörülen bir şey daha keşfeder. Jüpiter'in çevresinde dönen dört cisim vardır. Bu keşfin önemi, yörüngesi üzerinde hareket eden bir gezegenin kendi uydularını da beraberinde taşıyabileceğini göstermesindedir. Jüpiter'in uyduları, Kopernik sistemi karşıtlarının ileri sürdüğü, Dünya dönüyor olsa, Ay'ın geride kalacağı iddiasını geçersiz kılmaktadır. Galilei, ayrıca Venüs'ün Ay gibi farklı evrelerinin bulunduğunu fark etmiş, Satürn'ün halkalı yapısını da gözlemiştir.

Gökyüzü gözlemlerini anlattığı *Yıldızların Habercisi*'nin gördüğü yoğun ilgi, Galilei'ye güç ve cesaret vermiştir. Galilei 1611'de Roma'yı ziyaret ettiğinde, hem

---

5) **Paralaks:** Gözlemcinin yerinin değişmesine bağlı olarak bir cismin gözlenen doğrultusunda meydana gelen değişme. Bir kol boyu uzaklıkta düşey tutulan başparmağa sağ gözü kapatıp sol, sonra da sol gözü kapatıp sağ gözle bakıldığında parmağın ayrı doğrultularda görülmesi paralaksa bir örnektir. Paralakstan gökcisimlerinin uzaklığını bulmada yararlanılır.

âlimler hem de din adamları tarafından coşkuyla karşılanır. Lincei Akademisi'ne seçilir.[6] Moral ve umut doludur. Kamuoyunu yeni gerçeklere ikna etmeyi amaçlayan bir dizi mektup yazar. Toscana Grandükü'nün yüksek düzeyli bir görevlisine yazdığı mektupta, gelecekteki projelerinden söz eder: "Sistem ve evrenin oluşumu üzerine iki kitap, Yer'deki hareket üzerine üç kitap yazacaktı ('Bu eski ya da modern çağda, daha önce hiç kimsenin ispatlayacağım çarpıcı yasaları keşfetmediği bütünüyle yeni bir bilimdir'); üç kitap mekanik üzerine olacaktı ve hatta ses, okyanus gelgitleri, sürekli nicelikler ve hayvanların hareketi üzerine çalışmalar bile yapacaktı. Yeni astronomi ve fizik yalnızca Kopernikçiliği kanıtlamakla kalmayacak, aynı zamanda doğaya ilişkin yeni bir bilim kuracaktı."[7]

1612'de Lincei Akademisi'nin kurucusu Prens Federico Cesi'ye yazdığı mektupta, keşfettiği Güneş lekelerinin "yeniliğinin" "sahte felsenin ölümü"[8] ya da daha çok "kıyamet günü" olacağını yazmaktadır.[9] Sonradan Papa olacak Kardinal Maffeo Barberini'ye de Güneş lekelerinin Aristotelesçi felsefenin "idam kararı" olduğunu yazmıştır.[10] Güneş'teki olağanüstü göksel madde bozunarak ve yeniden oluşarak değişim göstermektedir. Bu durum, Aristoteles fiziğinin temel kabullerinden olan göksel cisimlerin mükemmel, değişmez olduğu düşüncesini geçersiz kılmaktadır.

Yermerkezli evren modelinin Galilei'nin de önemli katkılarıyla çürütülüşü, insan düşüncesini kökünden değiştirdiği gibi, fizikle astronomiyi de birleştirecektir. Yeryüzü ve gökyüzünün aynı fiziksel yasalara bağlı olduğu anlaşılmıştır. Sonlu ve biricik, ayrıcalıklı bir yeryüzü düşüncesi yıkılmış; yerine evrensel yasaların yönettiği açık, sınırsız, hatta belki sonsuz bir evren düşüncesi gelmiştir. Artık fiziksel ve astronomik olguların daha derinden ve bütünsel kavranışı, yeni bir bilimi gerekmektedir.

Kilise ile düşünsel mücadele

Galilei'nin dogmalaşmış geleneksel öğretiyle düşünsel mücadelesi, onu ister istemez dönemin siyasi ortamı içine çekmiştir. Bilim ve felsefe üzerindeki otoritesini sarsacak herhangi bir gelişmenin karşısına iktidarının tüm ağırlığıyla dikilen Kilise'nin siyasi varlığı, Galilei'nin gerçekten de stratejik değerlendirmelerle ve temkinli davranmasını gerektirmiştir. Dönemin siyasi aktörleri çeşitlidir; kent-devletlerinin yönetimleri, aristokrat gruplar, iktidar savaşlarına sahne olan Kilise… Galilei'nin zaman zaman politik davrandığı; yaşamını sürdürür, çalışmalarını yürütür ve yapıtlarını ortaya koyarken, farklı iktidar

---

6) Accademia dei Lincei (Vaşaklar Akademisi), İngiltere'deki Kraliyet Bilim Derneği ve Fransa'daki Bilimler Akademisi'nin İtalya'daki karşılığıdır. 1603'de bir soylu olan Federico Cesi tarafından kurulmuştur. Vaşakların keskin görüşlü olmasının bilim için gereken gözlem becerisini sembolleştirmesi nedeniyle, akademinin adında bu hayvanın adı geçer. 1871'de akademi ülkenin resmi bilim akademisi haline gelecektir.

7) Paolo Rossi, *Modern Bilimin Doğuşu*, Çev. Neşenur Domaniç, Literatür Yayınları, Ocak 2009, s.90.

8) Galilei "sahte felsefe"yle, Aristoteles'in doğa felsefesini kastetmektedir.

9) Rossi, 2009, s.90.

10) Galileo Galilei, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, İtalyanca aslından çev. Reşit Aşçıoğlu, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2. Baskı Ekim 2008, s.67, 3.dipnot.

odaklarını ve bunların arasındaki dengeleri, kendi yararına azami olarak kullanmaya çalıştığı doğrudur.

Düşünsel mücadelesinde de benzer yöntemlere başvurduğu olmuştur. Örneğin *Kutsal Kitap*'taki Yermerkezli evren kuramını destekleyen ifadelere karşın, karşıtlarını bölme ve onlar arasından taraftar sağlama gibi yorumlanabilecek bir girişimde bulunmuş, Kopernik kuramının *Kitabı Mukaddes* ile bağdaştığını göstermeye çalışmıştır.

Galilei'nin bu konudaki asıl yaklaşımı, *Kutsal Kitap*'ın inanç meseleleriyle ilgili olarak yorumlanması, doğa araştırmaları için *Kutsal Kitap*'a başvurulmaması gerektiğidir. Arkadaşı matematikçi Beneditto Castelli'ye 1613 yılında yazdığı mektupta, *Kutsal Kitap*'taki gerçeklerle bilimsel gerçeklerin bağdaştırılması sorununu ele alır:

"Hem doğa hem de *Kutsal Kitap* Tanrının kelamı doğrultusunda ilerler. Birincisi Kutsal Ruh'un ikincisi 'Tanrının emirlerinin sadık uygulayıcılarının' emirleridir. Bununla birlikte *Kutsal Kitap*'ın dili insanların onu anlayabilmesi için uyarlanmıştır, bu nedenle kelimelerin farklı anlamları olabilir, ancak doğa 'değişmez ve direngen'dir ve nedenleri ve işlevlerinin 'insan zekâsı tarafından açıkça kavranıp kavranmamasına' aldırmaz. Doğa konusundaki tartışmalarda *Kutsal Kitap* en son sırayı almalıdır. (…) Duyumsal deneyimlerimizin karşımıza çıkardığı fiziki etkiler, farklı anlamlara sahip olabilecek *Kitabı Mukaddes* pasajlarının ifadeleriyle asla hükümsüz kılınamaz. 'Kutsal metnin bilge yorumcularının' görevi 'kutsal pasajların' bilimsel olarak kanıtlanmış sonuçlarla uyuşan gerçek anlamlarını bulmak için çok çalışmaktır. Dahası, *Kutsal Kitap*'ın mecazi olduğunun kabul edilmesi ve onu yorumlayan herkesin ilahi ilhama sahip olduğundan emin olmamamız nedeniyle, gelecekte yanlış olduğu gösterilebilecek fiziki olguların kanıtı olarak *Kutsal Kitap* pasajlarını kullanma iznini hiç kimseye vermemek mantıklı olacaktır. Kutsal Kitap, insanları kendi kurtuluşları için gerekli olan doğrular konusunda ikna etmeye çalışır, ancak duyularımız ve zihnimiz aracılığıyla gerçek kabul ettiğimiz şeylerin bize *Kutsal Kitap* tarafından verildiğine inanmamız gerekmemektedir."(11)

Galilei mektubun izleyen bölümlerinde, Aristotelesçi-Batlamyus evren anlayışının kanıtı olarak sunulan, *Kutsal Kitap*'ın Tanrının günü uzatması için Yeşu'dan Güneş'i durdurmasını istediği pasajının, Kopernikçi evren anlayışıyla bağdaştırılabileceğini göstermeye çalışır.

Kutsal Kitap yorumcularının hatalı yorumlar yapabileceği, bilimsel açıklamaların *Kutsal Kitap* yorumlarından daha geçerli olduğunu savladığı bu mektup, pek çok kişinin eline geçer. 1615 yılının başlarında, mektuptaki "kuşkulu ve pervasız" açıklamaları nedeniyle Galilei Katolik Kilisesi tarafından resmen suçlanır. Çok geçmeden Galilei Kopernik öğretisinden vazgeçmesi yönünde uyarılır, bu öğretiyi savunmayacağını ve öğretmeyeceğini beyan etmesi emredilir. Galilei'nin Kopernik evren modeli savunusu o kadar etkili olmuştur ki, o güne dek yasaklı olmayan Kopernik'in *Göksel Kürelerin Devinimi Üzerine* adlı yapıtı (*De revolutionibus orbium coelestium*, 1543)

---

11) Rossi, 2009, s.93.

Galilei'nin resmen ilk suçlanışının hemen ardından Mart 1615'de Engizisyon tarafından yasaklanmıştır.[12]

Yeni bilimin eski bilimle amansız polemiği: "Diyalog" ve "Konuşmalar"

Galilei'nin makalenin başından beri sözünü ettiğimiz, modern (yeni) bilimi doğuran bütün katkıları ve geleneksel (eski) bilim ve dogmayla bütün mücadelesi, kısaca *Diyalog* diye anacağımız *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* ve *Konuşmalar* diye anacağımız *İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar* adlı başyapıtlarında somutlaşmıştır. Galilei'nin bu iki yapıtı ne yalnızca astronomi, ne de fizik kitabıdır. Bu devrimci biliminsanı, her iki başyapıtında da Aristoteles düşüncesiyle temsil edilen eski bilim ve bunun dayandığı felsefeyle, deneysel, gözlemsel (teleskopla yaptığı gökbilim gözlemleri de dahil) ve kuramsal bütün birikimini kullanarak amansız bir polemik yürütür. Aynı zamanda matematiğe dayalı kendi yeni fiziğini ve bunun felsefi temellerini kurmaya uğraşır. Aristoteles fiziğinde matematiksel olmayan yöntemle açıklanmaya çalışılan evren ve doğanın, matematikselleştirilmesini savunur. Her iki yapıt da, Galilei'nin kendi sözcükleriyle "doğanın yazıldığı dilin" yeniden keşfedilişidir.

Galilei "muazzam projeler" olarak söz ettiği başyapıtlarını planlarken, ne denli zor bir uğraşa girdiğinin de ayrımındadır. Yüzlerce yılda yükseltilmiş bir yapının taşlarını tek tek sökmesi ve bu sürecin adımlarını, modern bilimin (fiziğin) yöntemleriyle düşünmeye alışmamış olanlara benimsetmesi gerekmektedir. Üstelik yapının koruyucuları da çok güçlüdür: Kültürel ve siyasi iktidarı temsil eden Kilise ve gelenek. Ama Galilei, bu zor işin altından alnının akıyla çıkar: *Diyalog* ve *Konuşmalar*'da, yüzyıllar öncesinin filozofları ve onları takip eden çağdaşlarının eski ve yeni tüm savlarını dönüp dolaşıp yeniden tartışır; çarpıcı örnekler bulur, örnekleri çoğaltır ve yapının taşlarını tek tek sökmekle kalmaz, temellerini de yıkar. *Diyalog* üzerinde 16 yıl çalışmıştır; *Konuşmalar* da 30 yıllık çalışmalarının son ürünüdür.

Diyalog ve *Konuşmalar*'ın önemli bir özellikleri de, otoritenin, okulların ve üniversitelerin bilim dili olan Latince yerine, İtalyanca kaleme alınmış olmalarındadır. Bu, Galilei'nin insanlığın düşünce sisteminde köklü değişikliğe yol açabilecek bu yapıtları, yalnız Aristotelesçi düşünce geleneğinin o dönemdeki savunucularına karşı değil, geniş halk kitlelerine, yeni entelektüel kesimlere yönelik olarak da yazdığının göstergesidir. İlginçtir, Engizisyon da Galilei'nin İtalyanca yazmış olmasını, fikirlerinin halk arasında yayılmasına yol açacağından tehlikeli bulmaktadır: "Galilei, yalnızca Kopernik teorisini daha önce hiç duyulmamış iddialarla savunmakla yetinmemekte, aynı zamanda bunu İtalyan dilinde yapmaktadır… Böylece hatasını cahil kitlelere en iyi şekilde yayacaktır."[13]

Galilei döneminde, yazı dili olarak İtalyancaya yeni geçilmektedir; ilk İtalyanca yazanlar Rönesans'ın, Aydınlanma ve Bilimsel Devrimin İtalya'daki öncüleri Leonardo da Vinci, Machiavelli ve Galilei'dir.

---

12) Rossi, 2009, ss.93-98.

13) Paolo Rossi, s.111.

Galilei *Diyalog*'a yazdığı önsözde, kitabı diyalog formatında yazmasının nedeninin bilgi aktarımını eğlenceli hale getirmek olduğunu yazar: "Diyalog şeklinde anlatım, matematik kanunlarının kuru anlatımı gibi sıkıcı ve dar bir kalıp gerektirmediğinden arada sırada zihin dinlencesine imkân tanır ki, bu dinlenceli anlatım, asıl konunun izlenmesinden daha az eğlenceli olmayacak."(14)

Galilei'nin altı yıl arayla yazdığı *Diyalog ve Konuşmalar*, kısa sürede pek çok dile çevrilir, Avrupa'nın hemen her ülkesinde geniş bir kitleye ulaşır; edebi ve bilimsel şaheserler olarak selamlanırlar. Amerikalı biliminsanı Heilborn, "Galilei kilise için bir tehdit oluşturuyordu, çünkü iyi yazmasını biliyordu" demektedir. Gerçekten Galilei, kendi tezini sağlam biçimde savunmak ve karşısındakinin savlarını çürütmekte ustadır. Keskin bir zekâ ve ironik bir dilin eşlik ettiği güçlü bir kalemi vardır. *Diyalog* ve *Konuşmalar*'ın etkisi, yaslandığı güçlü içerik kadar, bu içeriği nitelikli bir edebiyat ve yaratıcı bir mizah anlayışıyla, canlı bir biçimde sunan üslubuyla da artmıştır.

Kitaplarda Aristoteles, Batlamyus ve Galilei'nin sözcüleri konuşur

Galilei her iki yapıtını da, üç kişinin diyalogları biçiminde tasarlamıştır. Bu üç kişiye her iki yapıttaki konuşmalar boyunca koruyacakları belirgin roller biçilmiştir. Salviati, Galilei'nin sözcüsüdür, yeni bilimin rasyonel ve matematiksel zekâsını temsil eder.

Simplicio ise, Galilei'nin yaşamı boyunca mücadele ettiği bütün düşünsel ve pratik karşıtları simgeler; Aristoteles ve Batlamyus'un sözcüsüdür. Skolastik felsefeye dayalı önyargılar içindedir, otoritenin resmi bilimine inanır, resmi bilimin yıkılmasından korkar ve bu inançla korkuya yaslanarak, sonuna kadar mücadele eder: "Bu tür felsefe yapmanın amacı, tüm doğa felsefesini yıkmaya çalışmak ve gökyüzünde, dünyada ve evrende kargaşa yaratmaktır." Galilei, karşıtlarının bütün iddialarını, savlarını, onların akıllarına gelmemiş olanları da tasarlayarak, Simplicio'nun ağzından kâğıda döker; sonra bunları Salviati'nin ağzından çürütür.

Hem Salviati hem de Simplicio, üçüncü konuşmacı Sagredo'yu ikna etmeye uğraşırlar. Sagredo, Aristotelesçi düşünce geleneğinin önyargılarından kurtulmuştur. Salviati'nin (Galilei'nin kurmaya çalıştığı yeni fiziğe dayalı) akıl yürütmelerini kavrayabilen, üstelik bu akıl yürütmelerden yeni sonuçlar çıkarabilen bir zihne sahiptir; coşkulu ve eğlenceli yaklaşımlarıyla kuramsal konuşmaları sade insanın algı düzeyine çeker.

Kitapta "Akademili" olarak geçen bir dördüncü karakter daha vardır ki, Galilei'nin bizzat kendisidir. Lincei Akademisi'nin üyesi olmasına göndermeyle, Galilei'nin savları metne Akademili'nin görüşleri olarak doğrudan da alınmıştır.

Galilei, *Diyalog*'un "Eğriyi Doğruyu Ayıran Okura" yazdığı önsözünde, Giovan Francesco Sagredo ve Filippo Salviati'nin, ölümleriyle Venedik ve Floransa'nın iki büyük ışık kaynağından yoksun kaldığı dostları olduğundan söz eder.

---

14) Galilei, Ekim 2008, s.XXIII.

"Signor Giovan Francesco Sagredo, (…) doğuştan soylu ve ince zekâ sahibi bir kişi. Signor Filippo Salviati, (…) son derece lezzetti fikirlere karşı duyduğu doyumsuzlukla beslenen bir zihne sahip, bünyesinde taşıdığı kanın temizliği yüzüne parıltı olarak yansıyan bir kişiydi."[15]

Hem Giovan Francesco Sagredo hem Filippo Salviati, Galilei'nin Padua'da önce öğrencisi, sonra dostu olmuşlardır. Soylu bir aileden gelen Salviati'nin Lincei Bilim Akademisi Üyesi olduğu bilinmektedir. Galilei dostuyla sohbetler etmek, dinlenmek ve gözlem yapmak için, Salviati'lerin Floransa'daki evinde zaman zaman konuk olmuştur. Güneş lekeleri üzerine yapıtını bu evde yazdığı söylenir. Salviati, 1614'de, henüz 32 yaşındayken ölür. Sagredo ise Venedik'in Suriye Konsolosu olarak İtalya'dan uzakta geçirdiği yıllarda bile, Galilei ile yazışmayı sürdürmüş amatör bir bilimcidir. Mekanik, manyetizma, optik, termometreyle ilgili çalışmalar yapmıştır. Sagredo da, 1620'de genç denebilecek bir yaşta, 49 yaşında ölmüştür.

Galilei önsözünde, bu iki dostunun ününü, diyaloglarda yer alacak tartışmanın iki kahramanı olarak yaşatmaya karar verdiğini söyler: "Kalbimde büyük saygıyla yaşatacağım temiz ruh sahibi bu iki kişi, bende hiç sönmemiş olan sevgilerini dünya önünde anıtlaştırmamı kabul buyursunlar ve sahip oldukları konuşma sanatı sayesinde gelecek nesillere söz verdiğim açıklamalarımın anlatımında bana yardımcı olsunlar."[16]

"Diyalog"un içeriği

Galilei, önsözde *Diyalog*'un içeriğiyle ilgili şu bilgiyi verir: "Kitabımda üç bölüm ele alınacaktır. Önce, yeryüzünde yapılabilecek tüm deneylerin Yerküre'nin hareket ettiği sonucunu doğurmaya yeterli çareler olmadığını göstermeye çalışacağım. Fakat bu deneylerin Yerküre'nin dönüyor olması seçeneğine de uygulanabileceğini ve uygun düşebileceğini de göstereceğim. İkinci aşamadaysa gökyüzü olguları, Kopernik'in varsayımı muhakkak haklı çıkacak biçimde güçlendirilerek incelenecek ve Kopernik'inkilere yeni fikirler eklenecektir. Fakat bunları astronominin anlaşılması açısından yapacağım, yoksa doğa düzeninin bir gereksinimi olarak değil… Kitabımın üçüncü bölümünde akıllıca bir fanteziye dayalı fikrimi öne süreceğim. Yıllar önce şöyle bir fikir ortaya atmıştım: Denizlerde, nedeni bilinmeyen gelgit olgusu, eğer Dünya'nın döndüğü görüşü kabul edilirse açıklığa kavuşabilir. (…) bu fikrimi doğru çıkarabilecek olasılıkları, Yerküre dönüyormuş seçeneğine dayanarak ortaya döktüm."[17]

Diyalog'da tartışma dört gün sürmektedir. "Birinci Gün" Aristotelesçi evrenbiliminin yıkılmasına ayrılmıştır. Salviati'nin sık sık yinelediği cümle, "Bakalım, yeryüzünü gökyüzüne çıkarabilecek miyiz?"dir. Galilei, bu imgeyle, yeryüzünü, Batlamyus sistemindeki, diğer gökcisimlerinin etrafında döndüğü ayrıcalıklı konumundan kurtarıp; Kopernik sisteminde öngörüldüğü gibi, gökyüzünün diğer cisimleriyle aynı yasalara bağlı evrenin bir parçası haline

---

15) Galilei, Ekim 2008, s.XXIV.
16) Galilei, Ekim 2008, s.XXIV.
17) Galilei, Ekim 2008, ss.XXII-XXIII.

getirebilmeyi anlatmaktadır. Bu düşünüş sisteminde köklü bir dönüşümdür. Yeryüzü ile gökyüzünün aynı yasalara bağlı olduğunu ve aynı bilimle anlaşılabileceklerini savlayan yeni fizik kurulmaktadır. Simplicio, zaman zaman dehşete kapılmaktan kendini alamaz: "Ya Salviati yeryüzünü, gökyüzüne çıkarmayı başarabilirse?"..

"İkinci Gün" Dünya'nın kendi etrafındaki günlük dönüşüne, "Üçüncü Gün" Dünya'nın Güneş etrafındaki yıllık dönüşüne ayrılmıştır. Bu günlerdeki konuşmalarda, Dünya'nın hareketine karşı duran eski ve yeni savların çürütülmesine çalışılır. Salviati ve Sagredo'yu kendi sözcüleri olarak kullanan Galilei, Kopernik karşıtlarının iddialarına bugün ders kitaplarında "Galilei göreliliği" olarak okutulan hareketin göreliliği ilkesiyle yanıt vermektedir. Fizikte Galilei göreliliği olarak geçen kavrayış, *Diyalog* kitabının "İkinci Gün"ünde yer alan, hareket halindeki bir geminin içindeki yolcuların, çeşmeden akan suyun vb. hareket durumlarını inceleyen örnekle bağıntılıdır.[(18)] Galilei, hareket halindeki bir Dünya üzerinde olan şeylerin, tıpkı hareketsiz bir Dünya üzerinde olanlar gibi gerçekleşeceğini kanıtlamayı amaçlamıştır.

Aristotelesçi mekanik, hareket ile nesnelerin özü arasında bağlantı bulunduğunu kabul eder. Galileici bakıştaysa, hareket ve hareketsizliğin nesnelerin yapısıyla bir ilgisi yoktur. Hareket ve hareketsizlik artık bir cismin sürekli durumları olarak değerlendirilmektedir. Dışsal bir direncin yokluğunda bir gücün hareket halindeki bir cismi durdurması gerekmektedir. Güç hareket değil ivme üretir. Galilei derinden kök salmış kavramları altüst ederek Newton'un eylemsizlik ilkesinin formülasyonuyla sonuçlanacak yolu açmış olmaktadır.

"Dördüncü Gün"de, Galilei'nin gelgitin nedeniyle ilgili düşüncelerine yer verilir. Galilei gelgitin nedeninin Kopernikçi evren modelinin en büyük fiziksel kanıtı olduğunu düşünüyordu. Denizlerdeki gelgit hareketlerine, Dünya'nın kendi ekseni etrafından batıdan doğuya doğru günlük dönüşü ile Güneş'in etrafında batıdan doğuya doğru yıllık dönüşünün neden olduğunu varsayıyordu. Bu iki hareketin bileşimi dünya üzerindeki her noktanın devamlı ve eşitsiz bir biçimde dönmesine neden oluyor ve buralar hızlanarak ya da yavaşlayarak hızlarını değiştiriyorlardı. Galilei *Diyalog*'un "İkinci Gün"ünde fizikteki klasik görelilik ilkesini gündeme getirdikten sonra, "Dördüncü Gün"de bununla çelişen bir biçimde iki farklı referans sistemini bütünleştiriyordu. Aynı bölümde gelgitin nedeninin Ay'la ilintili olabileceğini söyleyen Kepler'i de eleştiriyordu. Hepimizin bildiği gibi, daha sonraki bilimsel gelişmeler Galilei'yi değil, Kepler'i haklı çıkaracaktı.

"Diyalog" Engizisyon'dan kurtulamayacaktır

Diyalog kitabına yazdığı önsöz ve özellikle son bölümde, Galilei'nin içinde bulunduğu ikilem sezilir. Üzerindeki baskılar nedeniyle temkinli davranması gerektiğinin bilincindedir, ama düşüncelerine duyduğu güvenden gelen cesaretle ironi yapmaktan da kendisini alamaz.

---

18) Bu bölüm Türkçe baskıda, s. 258-259'da yer almaktadır.

Önsözde Dünya'nın hareketsiz olmadığını, döndüğünü söyleyen Pisagorcu görüşe bir sessizlik perdesi indirilmesini şart koşan Huzur ve Sükûn Kararnamesi'nden söz ederken, kendisini bu kararnameyi eleştiren "cüretkârlardan" ayıran ifadeler kullanır. Öte yandan, "bu ortamın ikliminde, yalnızca ruhları huzur ve sükuna kavuşturan dogmaların yetişmeyeceğini, aynı zamanda, akıllı insanları zevklendirecek akıllıca buluşların da yeşerdiğini ortaya koymak istediğini" belirtir.[19] Önsözün farklı bölümlerinde, İtalyanlar dışındaki milletlerin benzer konularda ilerlemeler kaydettiğinden, İtalyanların da akıllıca buluşlar yapabildiklerini onlara göstermek istediğinden söz eder. Galilei'nin bu savı, siyasi bir ikna amacı taşıyor gibidir.

Galilei yapıtı yayımlandığı sırada Papa olan VIII. Urbanus'un "Doğal bir etkiyle ilgili açıklamanın bize (Kilise'yi kastediyor) uygun görünenden farklı olması durumunda, tüm teoriler hipotez olarak önerilmeli ve orada durulmalıdır" şeklindeki yaklaşımına uygun davranmaya çalıştığını önsözde "Sırf matematiksel varsayıma dayanarak Kopernik'in görüşünü, tüm düşünce yollarını akıllıca tarayıp aştıktan sonra üstün göstermeye çalıştım" diyerek belirtir.[20]

Diyalog'un son bölümünde yer alan konuşmacıların son sözleri ise, Galilei'nin ikileminin netlikle görüldüğü yerdir. Bir yandan Salviati'nin ağzından kitap boyunca savunduğu yeni bilime duyduğu güveni göstermek istemekte; öte yandan Kilise öğretisine de prim verme zorunluluğu hissetmektedir. Bu ikilemin altından "kurnazca" kalkmaya çalışır:

"Sizden ricam, ortaya attığım şeyleri tekrar ve rahat rahat düşünme fırsatı bulduğunuzda eğer kesin bir sonuca bağlanmamış zorluklara ve şüphelere rastlarsanız kusurumu bağışlamanız. Bu durumun nedeni konunun yeniliği, aklımın zaafı ya da sorunun boyutları olabilir. Hem sonra ben, fantezi olarak bulduğum bu konuya başkalarının onay vermesini istemiyorum kendim de onaylamadığım için. Zaten bu fikrimi ben tam bir hayal olarak kabul edebileceğim gibi müthiş bir paradoks olarak da görebilirim. Siz Bay Sagredo, konuşmalar sırasında benim fikirlerimi takdir anlamında birçok kez övgü yağdırdınızsa da buna fikirlerimdeki kesinlikten çok fikirlerin yeniliğinin rol oynadığını sanıyorum ve ayrıca insanın öne sürdüğü fikirlerin onaylanmasından duyduğu haklı sevinci bildiğinize nezaketiniz tercüman oldu. (…) Bay Simplicio'dan da özür diliyorum, bazen çok cüretkâr ve çok kararlı konuşmalarımla onu kızdırdığım için; emin olabilir ki bunu kötü bir niyetle yapmadım, böyle davranmamın nedeni, benim bilgileri artırabilmem için ona yüksek fikirlerini ortaya koymasına fırsat vermek nedeniyle yaptım."[21]

Papa VIII. Urbanus *Diyalog* kitabınının basılmasına izin vermek için bir şart koşmuştur: Galilei, kitabın giriş bölümünden başka sonuna da, "Pisagorcuların düşüncelerinden sağlanamayan zihinleri huzura kavuşturucu fikrin beyefendimiz (Papa) tarafından Tanrısal gücün ifadesi olarak irşat edilen sözlerini" ekleyecektir.

---

19) Galilei, Ekim 2008, s.XXİI.

20) Agy.

21) Galilei, Ekim 2008, s.632-633.

Galilei kitabın bütünüyle çelişen bu sözleri Simplicio'nun son konuşmasına sıkıştırır: "…hatta bilgili ve ileri gelen bir şahıstan öğrendiğim ve ona uyarak huzur bulunması gereken çok sağlam bir öğretiyi her zaman zihin gözümün önüne getirerek diyorum ki…"(22)

Önsöze ve son bölüme yerleştirilen, kitabın temel savı ve yaklaşımlarıyla ilgisi olmayan bu eklektik bölümler, Galilei'yi Engizisyon'dan kurtaramayacaktır. Engisizyon Galilei'nin külünü yutmadığını "Yazar matematiksel bir hipotez sunduğunu iddia etmektedir, ancak bir matematikçinin asla yapmayacağı bir şeyi yaparak, fiziksel bir gerçeklikten söz etmektedir"(23) ve "Belirgin biçimde kaleme alınan bölüm (Papa'nın sözleri) eserin bütününden yabancılaştırılmış, eserle yekvücut gösterilmemiş ve nihai ilacın bir budalanın (Simplicio'nun) ağzına ifade olarak yakıştırılmış olması ve bunun da satırlar arası bir yere sıkıştırılmış bulunması ve bu ifadeyi Salviati'nin çok soğuk bir biçimde karşılayarak iyiliğe değinmesi, iyiliği ayırt etmeyip isteksizce anlatması"(24) gerekçeleriyle gösterir.

Karşıtları, VIII. Urbanus'u, Galilei'nin Simplicius'un ağzından "ilahi doktrin"e gönderme yaparak papanın otoritesiyle kasten aley ettiğine ikna etmekte sıkıntı çekmezler. Floransa Engizisyon Mahkemesi *Diyalog*'un satışının durdurulmasını emreder ve 1 Ekim 1632'de Galilei Engizisyon tarafından Roma'ya çağrılır.

Cezalandırılmasına rağmen "Konuşmalar"ına devam eder

Galilei Engizisyon önünde diz çökmüş ve yeminli bir feragatta bulunmuştur: "Samimiyetle ve iyi niyetle yukarıda ifade edilen yanlış ve dine aykırı tutumları kınıyor, lanetliyor ve bunlardan vazgeçtiğime dair yemin ediyorum… ve yemin ederim ki, gelecekte yeniden itham edilebileceğim şeyleri yazılı veya sözlü olarak ne açıklayacak ne de ağzıma alacağım ve başka din karşıtlarıyla tanışırsam ya da din karşıtı olduklarından kuşkulanırsam bunları bu Engizisyon'a ihbar edeceğim."(25) Bilim tarihinin en yaygın söylentisine göre, Galilei kendisine dayatılan bu yemini ederken, bir yandan da mırıldanmıştır: "Ama gene de Dünya dönüyor…"(26)

Galilei, *İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar*'ı, Engizisyon'dan aldığı ev hapsi mahkûmiyetinde yazar. Bertolt Brecht'in Galilei oyununda, Galilei'yi ihanetle, sözünden dönmekle, kahramanlık yapmamakla suçlayan öğrencisi Andrea, *İki Yeni Bilimler Üzerine Konuşmalar*'ı görünce, onu affeder.

Kitabın basılması, el altından yollandığı Hollanda'da, teknik olarak Galilei'nin bilgisi dışında olmuştur. Kitabın adında geçen yeni bilimlerle kastedilen, statik ve dinamiktir. Galilei, bu yapıtında konuşmacılardan Simplicio'yu, *Diyalog*'dakine göre daha uyumlu bir karakter olarak betimler.

---

22) Galilei, Ekim 2008, s.634.
23) Rossi, 2009, s.111.
24) Galilei, Ekim 2008, 634.
25) Rossi, 2009, s.111.
26) Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, Remzi Kitabevi, 13. Baskı Eylül 2010, s.101.

Konuşmalar'da *Diyalog* gibi dört gün sürmektedir. İlk iki günde malzemelerin kuvveti konusunda bir tartışma yapılır. Galilei, bu bölümün başında bir öneri yapmaktadır: "Felsefe yapılırken"[27] mühendis ve zanaatkârların çalışmaları titizlikle değerlendirilmelidir. Sagredo "vasıflı ve belagatlı" teknisyenlerle konuşmuş olmasının kendisine "gizli ve neredeyse öngörülemeyen" etkileri araştırırken birçok kez yardımcı olduğunu belirtir. Üçüncü günde doğal olarak ivme kazanan ve düzenli ivmelenen hareket tartışılır, dördüncü günde merminin izlediği yol ele alınır. Merminin izlediği yol bölümü, Galilei biliminin güzel bir örneğidir. Galilei bu bölümde, merminin yörüngesinin parabolik olduğunu ve birbirini engellemeyen iki bağımsız hareketin bileşimini içerdiğini göstermiştir: Yatay düzlemde ileri doğru düzenli bir hareket ve dikey düzlemde aşağıya doğru düzenli ivmelenmiş bir hareket. Eylemsizlik ilkesiyle serbest düşme yasasını birleştiren bu yasa, Galilei'nin hareketin hızını, yüksekliğini, erimini ve niceliğini tespit etmesini sağlamıştır.

Salviati, *Konuşmalar*'da olasılıkla Akademili tarafından hareket üzerine yazılmış Latince bir tezi de yüksek sesle okur. Tezin okunması diğer iki kişi tarafından sorulan sorularla nadiren kesilir. *Konuşmalar*'ın 1674 ve 1718'deki baskılarına, Euklides'in orantı teorisini ele alan bir beşinci gün ve çarpma kuvvetini konu edinen bir altıncı gün de eklenecektir.

Galilei, *İki Yeni Bilim Üzerine Diyalog* basıldıktan dört yıl sonra, 1642'de ölür. Galilei'nin öldüğü yıl dünyaya gelen Newton, bilimde de Galilei'den el alacaktır. Çünkü, Einstein'ın değerlendirdiği gibi, "Galilei'nin buluşları, Newton'un formülleştirdiği teoriyi en azından niteliksel olarak oluşturmuştur".

KAYNAKLAR

- "Galilei ve Yeni Bilim", *Bilim ve Gelecek*, S.66, Ağustos 2009, ss.9-38.
- "Galileo'nun 'Diyaloglar'ı ve modern bilimin başlangıcı"; *Bilim ve Ütopya*, S.81, Mart 2001, s.18-19.
- "Dosya: Galileo Galilei", *Bilim Tarihi Araştırmaları* dergisi, S.01, Güz 2005, ss.11-69.
- Aşçıoğlu, Reşit; *Galileo: Bilimsel Devrim*, Cumhuriyet Kitapları, 2004, s.5-15.
- Aşçıoğlu, Reşit (söyleşi), "Galilei'nin 'Diyaloglar'ı Türkçede ilk kez yayımlanıyor", *Bilim ve Ütopya*, S.105, Mart 2003, s.32-35.
- Der. Bolles, Edmund Blais; *Galileo'nun Buyruğu –Bilim Yazılarından Bir Derleme-* içinde Galileo Galilei'nin yazıları: "Teleskoptan İlk Bakış", s.111-118; "Evrenin Merkezi Nerede", s.185-194; "Düşen Cisimlerin Hızları Üzerine", s.467-471; Çev. Nermin Arık, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Kasım 2000.
- Galilei, Galileo; *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, İtalyanca'dan çev. Reşit Aşçıoğlu, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2. Baskı Ekim 2008, 635 s.
- Hellman, Hall; *Büyük Çekişmeler –Bilim Tarihinden Seçilmiş On Tartışma-*, Çev. Füsun Baytok, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Mayıs 2001, s.1-21.
- Koyrè, Alexander; *Bilim Tarihi Yazıları*, Çev. Kurtuluş Dinçer, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Mayıs 2000, s.151-226.
- Koyrè, Alexander; "Galilei Üzerine", (yazarın *Galilei Etüdleri* kitabının geniş bir özeti), *Bilim ve Mühendislik* dergisi, Boğaziçi Üniversitesi Bilgi İşlem Kulübü, S.2, Haziran 1990, s.1-24.

27) *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*'un Türkçe baskısında belirtildiği üzere, Galilei için felsefe genellikle bilim anlamına gelmektedir.

- Kuhn, Thomas; "Kopernik Devrimi: İnsanlık nasıl 'Dünya dönüyor" diyebildi?", Çev. Prof. Dr. Rennan Pekünlü, *Bilim ve Gelecek* dergisi, S.2, Nisan 2004, s.42-60.
- Ronan, Colin A.; *Bilim Tarihi –Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi-*, Çev. Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu - Prof. Dr. Feza Günergun, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ocak 2003, s.379-384.
- Rossi, Paolo; *Modern Bilimin Doğuşu*, Çev. Neşenur Domaniç, Literatür Yayınları, Ocak 2009, 316 s.
- Yıldırım, Cemal; *Bilimin Öncüleri*, Bilim ve Gelecek Kitaplığı, 27. Baskı Nisan 2012, ss.85-91.
- Yıldırım, Cemal; *Bilim Tarihi*, Remzi Kitabevi, 13. Baskı Eylül 2010, ss.94-104.

Yeni bir bilim doğuyor
Galilei'nin önemi*

Alexandre Koyré

İnsanlığın en zorlu ve uzun süren mücadeleler sonucu elde ettiği başarılardan biri de fiziksel evrenin geometrikleştirilmesidir. Fizik kıtasının kurulması ve evrenin yasalarının matematiksel bir dille ifade edilebilmesi, ancak evrenin geometrikleştirilmesinden sonra mümkün olmuştur. Evrenin geometrikleştirilmesi, fiziksel evrenin yerini geometrik bir evrenin, yani geometrinin terimleriyle tanımlanan bir evrenin alması ve böylece evrenin yasalarının matematiksel bir şekilde dile getirilmesinin önünün açılması demektir.

Fiziksel cisimlerden oluşan evrenin geometrik şekillerle tasvir edilmesi düşüncesinin oldukça eski bir tarihi olduğunu biliyoruz. Örneğin Arkhimedes'in evreni üçgenlerden, çemberlerden oluşan bir evrendi. Ama cisimlerin geometrik şekillerle tasvir edilmesi, evrende geçerli olan yasaların bütünlüklü bir kuramsal çerçeve içinde sunulabilmesinin ya da evrenin açıklanabilmesinin başarıldığı anlamına gelmiyordu. Evrenin gerçek anlamda geometrikleştirilmesi, aynı zamanda geometrik bir evren tasarımı üzerinde yükselen bütünlüklü kuramların, paradigmaların ortaya çıkabilmesiyle mümkün olmuştur.

Bugün klasik fiziğin kurucusu (ya da kurucularından biri) olarak değerlendirilen Galilei'nin en büyük başarısını, evrenin geometrikleştirilmesi yolundaki katkıları oluşturmaktadır. Galilei'nin bu katkıları ise, Aristoteles fiziğini yıkıp onun yerini alabilecek bütünlüklü bir kuram geliştirmeye çalışmasının ve yeni fiziğinin dayanacağı felsefi temelleri savunmak üzere Aristotelesçi felsefeyle karşı karşıya gelmesinin ürünü olmuştur.

* Okuyacağınız makale, 20. yüzyılın en büyük bilim tarihçilerinden ve bilim felsefecilerinden Alexandre Koyré'nin (1892-1964) *Etudes Galileennes* adlı eserinden derlenmiştir. Yazı Türkçede ilk kez, *Bilim ve Mühendislik* dergisinin Haziran 1990 tarihli sayısında yayımlandı. Makaleyi Ender Abadoğlu ve Aydın Akkaya yayıma hazırlamışlar. Başlığı ve arabaşlıkları biz koyduk. Özel isimler, terimler ve kelime yazımlarında kitabın tümüyle tutarlı hale getirecek değişiklikler yaptık.

ARISTOTELES FİZİĞİ

Bilim tarihine baktığımızda, MÖ 4. yüzyıldan itibaren uzun süre tek bir fizik kuramının egemen olduğunu görüyoruz. Yaklaşık iki bin yıl boyunca egemenliğini sürdüren bu kuram, Aristoteles fiziğidir.

Aristoteles'in evreni

Düzenli bir evren kavramına dayanan Aristoteles fiziğine göre, evrendeki cisimler dört temel elementten oluşmuştur: **toprak**, **su**, **hava** ve **ateş**. Aristo, Antik Çağ düşünürlerinden aldığı bu dört elementi kendi aralarında ikiye ayırır: **ağır** ve **hafif** elementler. Toprak ve su ağır elementleri oluşturur; hava ve ateş ise hafif elementleri… Böylece, bileşiminde toprak ya da su bulunan cisimler ağır cisimler, hava ve ateş bulunan cisimler hafif cisimler olarak nitelenir. Aristoteles'in düzenli evreninde toprağın, suyun, havanın ve ateşin doğal olarak bulunmaları gereken, kendilerine ait bir yerleri vardır. Buna göre evrendeki ağır cisimlerin doğal yeri tam evrenin merkezinde yer alan ve kesinlikle hareket etmeyen Dünya'nın merkezidir. Dolayısıyla bütün ağır cisimler Dünya'nın merkezine, bu ayrıcalıklı noktaya ulaşmaya çalışır. Ay'ın ötesindeki bölgede (Ayüstü bölge) iç içe geçmiş saydam gökkürelere gömülü olarak Dünya'nın çevresinde dönen yıldızlar ise ateşin doğal yerini oluşturur. Saydam gökkürelere gömülü bu yıldızlar **kusursuz** kürelerden oluşmuştur ve ölümsüzdürler. Ölümsüz oldukları için de Dünya'nın çevresindeki hareketleri başlangıcı ve sonu olmayan bir çizgi üzerinde gerçekleşir, yani dairesel bir hareket yaparlar. Dairesel hareket, belli bir yerde bitmek zorunda olan doğrusal hareketten daha üstün bir harekettir. Doğrusal hareket ve düzensiz hareketler evrenin bütününe değil, yalnızca Ay ile Dünya arasındaki bölgeye (Ayaltı bölgeye) ait hareketlerdir. Aristoteles'in dinamiği, göklerin sonsuz ve düzenli (dairesel) hareketiyle, Ayaltı bölgedeki ve Yeryüzü üzerindeki düzensiz, sonlu hareketlerin karşıtlığı üzerine kuruludur.

Aristoteles'in fizik kuramında hareket

Aristoteles'in fizik kuramında iki tür hareket vardır: Doğal hareket ve şiddet hareketi. Doğal hareketler, cisimlerin doğal yerlerine ulaşmak için yaptıkları hareketlerdir. Örneğin ağır cisimlerin doğal hareketleri Dünya'nın merkezine doğru, ateşin ya da bileşimlerinde ateş elementi bulunan hafif cisimlerin doğal hareketleri ise yıldızlara, yani yukarı doğrudur. Doğal yerlerine ulaşan cisimler artık dururlar. Doğal yerine giden bir cismin bu hareketini değiştirmesi ya da doğal yerinde duran bir cismin yerini terk etmesi ancak bir şiddet uygulanarak sağlanabilir. Bir şiddet uygulanan cisim ise şiddet hareketi yapıyordur. Aristoteles'in hareket kavramının iyi anlaşılması gereken yönlerinden biri de, hareketin, hareket eden cismin değiştiği bir **değişme**, bir **süreç** olmasıdır. Doğal yerine ulaşmaya çalışan bir cisim, varlık olma sürecinde sürekli olarak değişir. Hiçbir cisim gerçekleştirdiği harekete kayıtsız kalamaz. Hareket, hareket eden cismi değiştirmeyen, onu etkilemeyen bir **hal** (state) değildir. Tam tersine, cisimlerle hareketleri arasında sıkı bir ilişki vardır. Aristoteles'in ikiye

bölünmüş evreninde (Ayaltı bölge ve Ay'ın ötesi, yani Kozmos) hareketler de hiyerarşik sıralanmadan paylarını alırlar.

Hareket bir değişmedir. Her değişmenin bir nedeni olduğuna göre, hareketin de bir nedeni olmalıdır. Demek ki hareket eden bir cisim, hareket ettiği sürece bir hareket ettiriciye, yani bir **motora** gerek duyar. **Hareketin nedeni ortadan kalktığında hareket de sona erer**.

Doğal hareketler için bu neden ya da motor, cismin kendi doğasıdır. Buna karşın doğal olmayan hareketler, devam ettikleri sürece dış bir hareket ettiriciye gereksinim duyarlar. Bu dış hareket ettiricinin hareket eden cisimle ilişkisi kesilir kesilmez cisim duracaktır. Aristoteles uzaktan etkiyi kabul etmez (örneğin Aristoteles fiziğinde çekim kuvveti yoktur). O halde hareketin iletilmesi ancak temasla mümkündür, temasın ise iki biçimi vardır: Basınç ve çekme.

Geometrik olmayan evren

Görüldüğü gibi Aristoteles fiziği (yanlış da olsa) bütünlüklü bir kuram, üstelik oldukça yüksek düzeyde işlenmiş, kendi içinde tutarlı bir kuramdır. Ancak bu kuram, matematiksel olmayan, üstelik Euclides uzayı yardımıyla matematikselleştirilmesi mümkün görünmeyen bir kuramdır. Aristoteles'in da bu durumun bilincinde olduğunu biliyoruz. Bunun en önemli göstergelerinden biri, Aristoteles'in boşluk kavramını reddetmesidir. Aristoteles'in boşluk kavramını reddetmesi hiç de keyfi bir nedene dayanmaz; çünkü boşluk, Euclides geometrisinin uzayı demektir. Euclides geometrisinin uzayı ise homojen bir uzaydır; yani Euclides uzayında ne ayrıcalıklı noktalar, ne de ayrıcalıklı yönler vardır; Euclides uzayının bütün noktaları birbirine eşdeğerdir. Dolayısıyla, boşlukta **cisimlerin doğal yerleri** gibi **ayrıcalıklı** noktalar olamaz; boşlukta cisimler nereye gideceklerini bilemezler; şu ya da bu yöne gitmenin cisimler açısından özel bir önemi yoktur. Aristoteles haklıdır: Boşluk ya da Euclides uzayı, Aristoteles fiziğinin temel varsayımlarıyla çelişmektedir.

Aristoteles'in evreni, geometrik olmayan, geometrikleştirilmemiş bir evrendir. Aristoteles, geometrik bir uzaya ancak geometrik cisimler yerleştirilebileceğini, böyle bir uzaya gerçek cisimlerin yerleştirilemeyeceğini söyleyerek, geometri ile fiziğin birbirleriyle karıştırılmaması gerektiğini öne sürecektir: Fizikçi (nitel) gerçek üzerine akıl yürütür, geometrinin işi ise soyutlamalarladır.

Euclides geometrisinin üzerinde yükselen bir matematiğin Aristoteles fiziğiyle içsel bir ilişkiye girmesi mümkün değildir. Matematik olsa olsa bu fiziğe olguları betimlemeye yarayacak birtakım teknikler ödünç verebilir. Ama onunla ilişkisi bir uygulama ilişkisi olmanın ötesine geçemeyecektir. Matematiğin fizikle içsel bir ilişkiye girebilmesi için Aristoteles kuramının yıpratılması, yıkılması ve yerine yeni bir kuram konulması gerekecektir.

Aristoteles kuramı kendi içinde bütünlüklü bir evren tasarımı sunmakla birlikte, hareket ettiriciden ayrılan cismin hareketini nasıl sürdürdüğü sorusunu yanıtlayamıyordu. Bu soru, Aristoteles fiziğinin bir türlü doyurucu bir çözüm bulamadığı ama hasıraltı edemeyeceği kadar da ortada olan bir soruydu. Aristoteles'in fizik kuramına ve buna bağlı olarak metafizik anlayışına yöneltilen eleştirilerin temel çıkış noktasını da bu soru oluşturdu. Hipparchus ve John

Philoponus'tan Buridan, Oresme ve Saksonyalı Albert'e, oradan da Leonardo da Vinci, Benedetti ve Galilei'ye uzanan Aristoteles karşıtı bir gelenek, bir yandan bu soruya Aristoteles kuramı içinde getirilen açıklamaların tutarsızlığını kanıtlamaya çalışırken, bir yandan da Aristotelesçi hareket analizinin yerini alabilecek farklı bir kuram geliştirmeye çalışıyordu. Bu Aristoteles karşıtı geleneğin en büyük başarısı **Paris Fiziği** olarak da adlandırılan **İmpetus kuramı** ya da **İmpetus fiziği**ydi.

İMPETUS FİZİĞİ

İmpetus fiziği oldukça güçlü bir tarihsel geleneğin ürünü olsa da bütünlüklü bir kuram değildi. İmpetus kuramcıları genel noktalarda uyuşmakla birlikte bu kuramın birbirinden farklı yorumlarını geliştirmişlerdi. Burada impetus kuramının tüm yorumlarını incelemek yerine, bu yorumların en tutarlısı olarak görülen İtalyan doğa felsefecisi G. B. Benedetti'nin impetus yorumunu ele alacağız.

Benedetti'nin impetus yorumu

Hareket ettiriciden ayrılan bir cismin hareketini sürdürmesine yeni ve farklı bir açıklama getiren Benedetti'ye göre, hareket eden bir cismin hareket etmesini sağlayan şey o cismin içinde barınabilen bir tür kuvvet, yani impetustur. İmpetus hareketin kendisi değil nedenidir. Bunun sonucu olarak bir cisme verilen impetus, işlevini yerine getirdikçe (cismi hareket ettirdikçe) giderek kendiliğinden azalır ve sonunda tükenir, yani impetus bir cismin içinde sonsuza dek barınamaz. Bu nedenle söz konusu cismin hareketi giderek yavaşlar. Hareket ettiriciden ayrılan bir cisim de bu şekilde, hareket ettiricinin kendisine yüklediği impetus tükeninceye kadar hareketine devam eder.

İmpetus kuramı, Aristoteles fiziğinin açıklayamadığı bunalım sorusuna bu yanıtı vermektedir. Bununla birlikte bu başarı, impetus kuramının Aristoteles fiziğinin yerini alabilmesi için yeterli değildir. İmpetus kuramının, Aristoteles'in açıklayabildiği olguları da farklı bir bütünsel kavrayış içinde açıklayabilmesi gerekmektedir. Bu noktada Benedetti'nin önündeki en önemli soru düşme fenomenidir.

Serbest düşme hareketini impetus kuramı çerçevesinde açıklayabilmek için, cisimlerin doğal ağırlıklarının bir impetus olduğunu kabul etmek gereklidir. Böylece, bir cismin ivmeli hareketi, bu cismin hareketi süresince ona yeni impetuslar yükleyen ardışık etkilerle açıklanabilir. Bu noktadan yola çıkan Benedetti, serbest düşme hareketine yeni bir yorum getirir:

"Aristo, cisimlerin, doğal yerlerine yaklaştıkça daha hızlı hareket edeceklerini söylerken yanılıyordu. Cisimler, doğal yerlerine yaklaştıkça değil, düşmeye başladıkları noktadan uzaklaştıkça hızlanırlar." Bu karşı çıkışa rağmen Benedetti hâlâ Aristotelesçi evren tasarımının kavramlarını kullanmaktadır. "Doğrusal doğal harekette impetus sürekli olarak artar, çünkü cisimler her zaman doğanın onlar için belirlediği yere gitme eğilimini taşırlar." O halde Benedetti, bir yandan Aristotelesçi evren tasarımının kavramlarını kullanırken, bir yan-

dan da yeni bir şeyler ortaya attığını ve Aristoteles'i yanlışladığını nasıl söyleyebilmektedir?

Tartışmanın geçtiği tarihsel dönem göz önüne alınırsa bu sorunun pek de önemli olmadığı, çünkü Benedetti'nin düşüncesinin bulanık ve belirsiz olduğu söylenebilir. Ancak Benedetti'nin düşüncesi bulanık ve belirsiz olmakla birlikte önemliydi. Özellikle bunalım dönemlerinde bilimsel düşüncenin gelişimi karmaşıklıklar ve belirsizliklerle yürür. Benedetti de tam anlamıyla bir bunalım karmaşasını yaşamaktadır. Bu bunalımın temelinde, impetus kuramının Aristoteles karşıtı bir geleneğin taşıyıcısı olduğu halde, Aristoteles kuramından bir türlü kopamaması yatıyordu. Benedetti bir yandan Kopernik'in ateşli bir savunucusu haline gelirken öte yandan Aristotelesçi evren tasarımının genel çerçevesinden bir türlü vazgeçememektedir. Fakat bütün bunlara rağmen Benedetti'nin karmaşık düşüncesi Aristoteles'in karşısında yer almaktadır. Çünkü Benedetti, hareketi, hareket eden cismin içinde taşınan bir kuvvetin etkisi olarak tanımlamaktadır. Bunun sonucu olarak bir cismin hareketinin o cismin doğal ereği kavramından ayrı olarak ele alınabilmesi ve hareket eden bir cismin evrenin geri kalan kısmından bağımsız bir şekilde tek başına düşünülebilmesi mümkün hale gelmektedir. Henüz atılamamış olsa da, böyle bir adım, hareketi açıklamak için evrenin merkezi gibi ayrıcalıklı noktalara gerek kalmaması demektir. Artık hareketli bir cismin, tek başına, homojen Euclides uzayına yerleştirilebilmesinin önü açılmaktadır. Benedetti işte bu nedenle hareketin başlangıç noktasından uzaklaşma ve varış noktalarına yaklaşma fenomenlerinin aynı şeyler olmadığını söylerken haklıdır.

Hareket eden bir cisim, hareketine daha önce durmakta olduğu noktadan başlar. Bu nedenle hareketi tanımlayan bir kişinin başlangıç noktasını bilmesi zorunlu ve yeterlidir. Cismi hareket ettiren kuvvet harekete belli bir yön verir, harekete belirli bir erek yüklemez. Aristotelesçi anlayış bu açıklamanın şiddet hareketleri için doğru olduğunu kabul edecektir, fakat Benedetti aynı şeyin doğal hareket için de geçerli olduğunu savunmaktadır. Hareket eden bir cisim her zaman belli bir yönde hareket eder, belli bir ereği gerçekleştirmek için hareket etmez. Kısacası bir cismin hareketi, hareketin türüne bağlı olmaksızın yalnızca geçmiş konumu tarafından belirlenir, gelecek konumu tarafından değil.

İmpetus kuramının sınırlılıkları

Benedetti'nin serbest düşme hareketini açıklamaktaki bu başarısı hiç kuşkusuz çok önemliydi. Fakat impetus kuramcılarının temel sorunu kuramlarının parlak başarılara ulaşamaması değil, bütünlüklü bir yapıya kavuşturulamamasıydı. Düşme problemine uygulandığında impetus kuramı iki farklı yorumdan fazlasını getiremez. İlk yoruma göre, bir cismin ağırlığı, cisme ilk anda belirli bir hareket (belirli bir hız) kazandırır. Bundan hemen sonraki ikinci anda cisim kendi doğal ağırlığının yanı sıra, hareket hızının bir fonksiyonu olan ek bir ağırlığın da etkisi altında hareket eder. Doğal ve ek ağırlıklar cisme birlikte etkiyerek ona ilk andakinden daha büyük bir hız kazandırırlar ve bu olay hareket süresince tekrarlanır. Bu nedenle cismin toplam ağırlığı giderek artar ve cisim giderek hızlanır.

İkinci yoruma göre ise, bir cismin doğal ağırlığı, o cismin, ereğine doğru ya da hareketinin doğal yönünde ilerlemesini sağlayan bir impetus yaratır. Cismin ağırlığı, ilk impetus henüz bütünüyle tükenmemişken buna eklenecek olan ikinci bir impetus üretir ve bu böylece devam eder. Dolayısıyla cismin hızı sürekli artar.

Bunlar hiç kuşkusuz incelikli düşüncelerdi. Fakat Aristotelesçilerin da belirttiği gibi bu yorumlar bizzat impetus kuramının temelleriyle çelişkiye düşüyordu. İlk yorumda impetus, hareketin nedeni olarak tanımlansa da aslında hareketin kendisiyle bir tutuluyor, ikinci yorumda ise ağırlık bir kuvvet ya da bir neden olarak değil, cismin içinde birikecek impetusları doğuran bir kaynak olarak yorumlanıyordu. Bu nedenle impetus kuramına dayalı analizler buradan ileriye geçemedi.

Fakat bu yorumların ilgi çekici bir yanı bulunuyordu. O da impetusun her iki yorumda da anlık olarak ortaya çıkmasıydı. Örneğin Leonardo da Vinci'nin de belirttiği gibi, serbest olarak düşen ağır bir cisim, hareketinin ilerleyen her anında bir hareket artışı ve hareketinin her artışına karşılık bir hız artışı kazanır. Yani hareket miktarı ve hareket hızı hareket süresiyle orantılıdır. Fakat Leonardo'nun burada zamandan, zamanla doğru orantılı olarak artan bir hızdan söz etmesine rağmen ne Leonardo, ne de Benedetti düşen cisimlerin hızlarını formüle etmekte zamanı kullanmadılar. Tam tersine, düşen bir cismin hızının, kat ettiği **yolla** orantılı olduğunu ileri sürdüler. Leonardo ve Benedetti'nin bu tutumu, düşüncelerinin karakterini göstermesi açısından önemlidir.

Burada Leonardo ve Benedetti'nin zamana ve kat edilen yola bağlı bu iki önerme, yani 1) düşen bir cismin hızı düşüş süresiyle orantılıdır, 2) düşen bir cismin hızı kat ettiği yolla orantılıdır önermeleri arasında bir fark olmadığını düşündüklerini öncelikle belirtmek gerekiyor. Bununsa çok basit bir açıklaması bulunuyordu: Leonardo ve Benedetti, zamanı, kendi başına akıp giden ve hareketten bağımsız olarak var olan bir şey olarak görmüyorlardı. Zaman, hareket süresine indirgenerek, hareket sırasında kat edilen yolun ve hareket hızının fonksiyonu olan ikincil bir büyüklük olarak kavranıyordu. Hareket sırasında kat edilen yolun her noktasına karşılık gelecek bir hareket süresi olacağına göre de, bu iki önerme birbirine eşdeğer demekti.

Arkhimedes'in etkisi

Benedetti ve Leonardo'nun yanı sıra Galilei de uzun süre hep ikinci önermeyi kullanmayı tercih etti. Aslında bu tercih keyfi bir tercih olmaktan çok, hareketin geometrik yasalarla açıklanması çabasının sonucuydu. Hareketin uzaysal ilişkiler çerçevesinde zihinde canlandırılması, resminin çizilmesi, zamansal ilişkiler çerçevesinde kavranmasından daha kolay görünüyordu. Fakat bu çaba, hareketin geometrik şekillerle gösterilmesinin ötesine geçemedi. Bu çabalarda hareketin matematikselleştirilmesi değil, yalnızca geometrinin kurallarını kullanarak, geometrik şekiller yardımıyla ve zamanı işin içine karıştırmadan tasvir edilmesi söz konusuydu. Hareketin matematikselleştirilmesi çok daha sonra, Galilei'nin zamanı da geometrikleştirmesiyle mümkün olacaktır. Fakat Galilei bu dev adımı atana kadar, düşen bir cismin hızı hep ikinci önermeyle dile getirildi. Bununla

birlikte birinci önerme de ortadan kalkmadı, çünkü zamansal ilişkilerin impetus kuramında temel bir işlevi vardı. Hareket analizini yalnızca kinematik bir analizle sınırlandırmak yerine, bizzat hareketin nedeninin incelenmesini de kapsayacak dinamik bir analiz olarak ele almaya çalışan impetus kuramında, zamansal ilişkilerin işlevi, hareketin nedeninin ve sürekliliğinin açıklanmasıydı.

Benedetti herhangi bir hareketi, hatta Aristoteles'in **doğal hareket** diye tanımladığı serbest düşme hareketini tanımlarken bile hareketin varış noktasından hiçbir şekilde söz etmemektedir. Bu hareket analizi Aristoteles kuramını metafizik temellerinden sarsmaktadır. Benedetti hareketi sadece varış noktasından değil evrenin geri kalan kısmından da bağımsız bir hale getirmektedir. Benedetti'nin nesneleri soyut olarak, tek başlarına ele alınabilir nesnelerdir. Bu, Benedetti'nin evren tasarımının Aristotelesçi evren tasarımından ayrıldığı en temel noktadır. Benedetti'nin uzayı fiziksel bir uzay değil geometrik bir uzaydır. Bununla birlikte bu uzayın tamamıyla Euclides geometrisinin uzayı olduğu iddia edilemez. Çünkü bu uzayda hâlâ ayrıcalıklı yönler bulunmaktadır: Yukarı ve aşağı. Bu nedenle Benedetti'nin uzayı bir Euclides uzayı değil bir Arkhimedes uzayıdır.

İmpetus fiziği hareketin tanımlanmasına ilişkin bu önemli özelliği sayesinde Aristoteles karşıtı geleneğin gelişmesini sağladı. 17. yüzyıl üniversitelerinde Aristoteles fiziğinin egemen olmadığı tek bölüm matematikti. O dönem matematikçilerinin çoğu Arkhimedes kuramını iyi biliyordu. Tartaglia'nın Arkhimedes'in çalışmalarının Latince çevirisini yayımlamasıyla birlikte, Arkhimedes'in, dönemin bilimadamları üzerindeki etkisi giderek artmaya başladı. Öyle ki bilim tarihinin büyük isimlerini önem sırasına göre dizmekten hoşlanan Cardan, sıralamasında Arkhimedes'i Aristoteles'in üstüne ve hatta ilk sıraya yerleştiriyordu. Mekanik biliminin en önemli isimleri olan Guido Ubaldo del Monte ve G. B. Benedetti de düşüncelerinin açıklığını hiç kuşkusuz Arkhimedes'e borçluydular. Bu Arkhimedes hayranı matematikçilerden biri de Galileo Galilei'ydi.

GALILEI - PİZA DÖNEMİ

Galilei'nin gençlik eserlerinde kozmoloji ya da fizik, 16. yüzyıl Avrupa üniversitelerinin çoğunda öğretildiği biçimde yer almaktadır. Aristoteles fiziğinin ilkeleri, ortaçağda kavrandıkları biçimleriyle son derece açık bir şekilde Galilei'nin bu eserlerinde dile getirilmektedir.

Galilei'nin Aristoteles fiziğinden kopmaya yönelik ilk çalışmaları, Piza'da hareket üzerine yazdığı deneme ve incelemelerle başlar. Galilei bu dönemde Paris okulunun ödün vermez savunucularından G. B. Benedetti'nin impetus kavramından hareket ederek tutarlı bir hareket analizi geliştirmeye çalışır. Galilei bu sırada bir yandan da, ilk adımlarını Benedetti'de gördüğümüz bir alanda, fiziğin Arkhimedes uzayına yerleştirilmesi konusunda çalışmaktadır. Bu konuda Galilei de Benedetti gibi Parisli öncellerinin kavramlarından yararlanıyordu. Fakat Galilei bu kavramları Benedetti'ye göre daha açık, yoğun ve sistemli bir biçimde kullanıyordu.

Galilei'de "ağırlık" ve "hafiflik" kavramları

Galilei, öncelikle, ağırlığın serbest düşme hareketi sırasında şu ya da bu yolla giderek artan bir impetus olarak kavranmasına karşı çıkar: Ağırlık, cisimlerin temel özelliklerinden biridir ve sabittir (Galilei ne Piza'da, ne de daha sonra, cisimleri ağırlıklarından bağımsız olarak ele almayacaktır. Ağırlık, cisme uygulanan -çekim kuvveti gibi- bir kuvvetin sonucu değil, cismin doğal bir özelliğidir. Galilei'nin cisimleri ağırlıklarından bağımsız olarak tanımlayamaması, ileride süredurum -eylemsizlik- ilkesini formüle edememesinin de en önemli nedeni olacaktır). Bu arada Galilei, impetus kavramının da eskisinden daha açık bir tanıma kavuşturulmasına çalışacaktır.

Galilei'nin impetus kavramını açıklamak için başvurduğu en ilginç analojilerden biri, ateşte ısıtılan metal çubuk analojisidir. Ateşte ısıtılan bir demir çubuğun içindeki ısının, çubuk ateşten ayrıldıktan sonra da bir süre çubukta kalması gibi, bir cisme verilen impetus da cismin içinde azalarak var olmaya devam edecektir. İmpetus, hareket eden cismin doğasından, yani cismi oluşturan elementlerin kendi doğal yerlerine ulaşmak istemelerinden kaynaklanan ve cismin içinde doğal olarak var olan bir nitelik değildir, cisme dışarıdan verilir. Fakat impetus kavramını kullanarak hareketi açıklama çabası, zorunlu olarak, Galilei'yi düşen cisimler konusunda olgularla açıkça çelişen bir çıkarıma götürür: Düşen bir cisim sabit bir kuvvetin, yani ağırlığının etkisiyle hareket ettiğine göre bu cismin hızı da sabit olmalıdır, çünkü sabit bir etki hiçbir zaman değişken bir sonuç doğurmaz.

Ama doğada cisimler artan bir hızla düşerler. Galilei, kuramıyla olgular arasındaki bu uyuşmazlığı, söz konusu yasaların yalnızca ağırlığının etkisiyle düşen cisimler için doğru olabileceğini söyleyerek açıklar. Doğada ise hiçbir cisim yalnızca ağırlığının etkisiyle düşmez. Ağırlık bir cisme hafiflikle bileşerek etkir. Havaya attığımız bir taş yükseldiğine göre taşa, yükselmesini sağlayan bir hafiflik vermişizdir. Ancak cisim bu arada kendi doğal ağırlığını da korumaktadır. Demek ki cisim ancak kendisine verilen "hafiflik" cismin ağırlığından daha büyük olduğunda yükselecektir. Cismin tırmanmasını sağlayan şey, cismin ağırlığı ile cisme verilen hafiflik arasındaki **farktır**. Cisme verilen hafiflik tırmanma hareketi boyunca sürekli azalacağına göre belli bir anda bu fark sıfıra eşit olacak ve cisim düşmeye başlayacaktır. Düşmenin başladığı an hafifliğin değil, hafiflikle ağırlık arasındaki farkın sıfıra eşit olduğu andır. Dolayısıyla, düşme süresince de cisimde azalmakta olan bir hafiflik vardır. Cisim ağırlık ve hafiflik arasındaki sürekli artan farkın etkisiyle düştüğü için de sürekli olarak hızlanmaktadır.

Hafifliğin klasik tanımı, "**cisimlerin yükselmesinin nedeni**"dir. Ancak Galilei bu tanımdan kısa sürede kopacaktır. Ağırlık ve hafiflik artık mutlak ve birbirinden farklı nedenler olarak görülmek yerine, yarattıkları etkilerden hareket edilerek tanımlanacaklardır.

Bir terazinin kefelerinden birine yerleştirilen ağır bir cisim, terazinin diğer kefesi indiğinde yükselir. Aynı şekilde havayla sarılıyken düşen bir tahta parçası, suyun dibinde serbest bırakıldığında yükselir. Bu da, Aristoteles'in söylediklerinin tersine, **ağır** ve **hafif** olmanın mutlak nitelikler olmadığını

gösterir. **Ağırlık** ve **hafiflik** göreli özelliklerdir. Bir cisim, içinde bulunduğu ortama bağlı olarak alçalır ya da yükselir. Cismi aşağı ya da yukarı doğru hareket ettiren kuvvet de cismin (özgül) ağırlığıyla cismin hacmine eşit hacimdeki ortamın ağırlığı arasındaki farkla ölçülür. Bunun sonuca olarak her cisim birim hacmindeki madde miktarıyla belirlenen bir mutlak ağırlığa sahiptir. Bu çıkarsama, eski Yunanlıların doktrinini de doğrulamaktadır: Bütün cisimlerin yalnızca ağırlığı vardır, hafif cisim yoktur. Aristoteles bu konuda bir kez daha yanılmıştır. Dolayısıyla yukarı doğru doğal hareket yoktur. Hiçbir ağır cisim kendiliğinden yükselmez. Bu nedenle Galilei'nin varlığını kabul ettiği tek **doğal hareket** cisimlerin ağırlıklarının etkisi altında dünyanın merkezine doğru yaptıkları harekettir. Aynı zamanda bu hareket **doğal ereğe** sahip tek harekettir.

Fiziği matematikselleştirmek

Mutlak ve göreli ağırlık arasındaki bu ayrım ve düşme hızının cismin içinde hareket ettiği ortamın içindeki göreli ağırlığının bir fonksiyonu olarak tanımlanması, cisimlerin yalnızca boşlukta mutlak ağırlıklarıyla hareket edebilecekleri anlamına geliyordu.

Bu çıkarsama Aristoteles fiziğinin en temel ilkeleriyle çelişiyordu. Çünkü bu çıkarsamaya göre, cisimlerin Aristoteles'in söylediği gibi mutlak ağırlıklarının etkisiyle hareket edebilmeleri, ancak Aristoteles'in reddettiği boşluk içinde mümkündü. Bu çıkarsamanın bir başka önemli özelliği de, hareketin, cismin içinde taşınan bir kuvvetin etkisi sonucu oluştuğu varsayımıyla çelişmemesiydi.

Galilei'nin buradaki akıl yürütme biçimi, Arkhimedes kuramının farklı bir yorumuna dayanıyordu. Benedetti ve Galilei'nin mekanik fiziğinin kökeninde de Arkhimedes kuramı yatmaktadır. Galilei'nin ilk bilimsel çalışması, hidrostatik denge üzerine yazdığı *Bilancetta* adlı eseridir. Onun Piza Üniversitesi matematik kürsüsüne kabul edilmesini sağlayan çalışması, yine bütünüyle Arkhimedes'in kavrayış biçimi ve tekniklerinden esinlenerek ortaya koyduğu, katı cisimlerin ağırlık merkezleriyle ilgili bir çalışmasıdır. Galilei'nin Arkhimedesci bir dinamik kuramı olan kendi matematiksel fizik kuramını oluşturmasını sağlayacak etkenlerden birisi de bilinçli ve kararlı bir biçimde Arkhimedes öğrenmesidir.

İmpetus fiziği de Arkhimedes'e yabancı değildi. Bununla birlikte, Aristoteles fiziğine sağduyu ve günlük deneyimler temelinde karşı çıkılmasına dayanan tepkisel bir yaklaşım olmanın ötesine de geçemiyordu. Ayrıca, ne kadar zekice bir kavram olursa olsun, impetus kavramı geometrik bir evren kavramıyla uyuşmuyordu.

Piza'daki ilk çalışmalarından itibaren, Arkhimedesci ve Platoncu genç Galilei'nin belli bir amacı vardı: fiziği matematikselleştirmek. Galilei, önce impetus kavramından yola çıkarak matematiksel bir fizik kurmaya çalıştı. Ama biraz da iş işten geçtikten sonra akıntıya kürek çektiğinin farkına vardı. Dolaysız algılarımızla yakından ilgili olan ve maddenin ölçülemeyen bir niteliği olmaktan öte bir anlam taşımayan bu karmaşık ve belirsiz kavram nasıl mate-

matikselleştirilecekti? Örneğin, impetusun sürekli azalışı nasıl hesaplanacaktı? Bunun için impetusun hareket ve momentum kavramlarıyla yer değiştirmesi gerekliydi. İkincisi, impetusun cismin içinde birikmesi nasıl açıklanacaktı? Bu açıklama ancak impetus kavramının radikal bir dönüşüm geçirmesiyle mümkün olabilecek bir açıklamaydı ve impetusun cisme içsel nedenlerin ürettiği bir nitelik değil, dışsal bir hareket ettiricinin hareketin sürmesini sağlayacak sürekli etkileri sonucu oluşan bir nicelik olarak tanımlanmasını gerektiriyordu.

Böylece, Piza döneminde Aristoteles fiziğini reddettikten sonra sağduyu üzerine kurulu bir fizik geliştirmeye çalışan fakat başarısız olan Galilei, bu dönemden sonra çalışmalarını soyut, matematiksel bir fizik kuramı geliştirmek üzerinde yoğunlaştıracaktır. Önünde, ulaşması gereken iki dev hedef vardır: Önceki kuramın çelişkilerini ve uyuşmazlıklarını tutarlı bir bütünlük içinde yeniden ele almak ve doğadaki nesnelere yaklaşımda yeni bir kavrayış biçimi geliştirmek...

PADOVA DÖNEMİ VE SERBEST DÜŞME PROBLEMİ

Piza'dan Padova'ya geçmesiyle birlikte, Galilei'nin yaşamında yeni bir dönem başlar. Bu dönemde hareket üzerine yeni tezler öne sürecek olan Galilei, serbest düşme problemine de yeniden eğilecektir. Galilei, serbest düşme yasasını ararken, aynı zamanda yeni bir fiziğin temel yasası üzerinde çalıştığının farkındadır. Yeni fiziğin üzerinde yükseleceği hareket analizinin temelleri, serbest düşme hareketinin açıklanmasıyla oluşacaktır. Ancak, Galilei'yi, bu yasayı doğru olarak formüle etmeden önce uzun bir uğraş beklemektedir.

16 Ekim 1604'te Paolo Sarpi'ye yazdığı bir mektupta, Galilei düşüncelerini şöyle dile getiriyordu:

"Bugüne dek, hareket problemleriyle ilgili gözlemlediğim özellikleri ispatlamak için aksiyom olarak kabul edebileceğim kesin bir ilkeden yoksundum; fakat bu problemler üzerinde düşünürken, sonunda yeterince doğal ve açık gibi görünen bir önerme elde ettim; bu önerme doğru olarak kabul edildiğinde geriye kalan her şeyi, özellikle de doğal hareket (serbest düşme hareketi) sırasında kat edilen yolların birbirine oranının zamanların karelerinin oranına eşit olduğunu, ayrıca bunun sonucu olarak, eşit zaman aralıklarında kat edilen yolların birden başlayan ardışık tek sayılarla orantılı olarak arttığını ve daha başka birçok şeyi gösterebiliyorum. Bu ilke de şu: Doğal hareket (serbest düşme hareketi) yapan bir cisim, hızını, başlangıç noktasından itibaren kat ettiği yolla orantılı olarak arttırır."

Fakat bu formülasyon Galilei'ye aradığı temel ilkeyi, kuramını üzerine inşa edebileceği bir aksiyomu hemen vermeyecekti. Çünkü Galilei ilk anda kendisinin de farkına varamadığı bir hata yapmıştı.

Galilei'nin serbest düşme hareketi konusundaki doğru formülasyonuna değinmeden önce, daha sonra Descartes'ın da düşeceği bu hatayı nasıl yaptığını ve bu hatasını nasıl düzelttiğini inceleyeceğiz.

Zaman ve hareket arasındaki ilişkiyi kavramak

Galilei 1604'te serbest düşme problemi üzerinde tekrar çalışmaya başladığında, hareketin nedensel açıklamalarını bir kenara bırakıp çalışmalarını serbest düşme hareketinin bütün tasvir edici yasalarını türetebileceği bir aksiyom bulmak üzerinde yoğunlaştırmıştı. Galilei bu çalışmalarında hareketi açıklamaya çalışmak yerine onun resmini çiziyordu. Bir doğru tasarlıyor, bunun değişken bir hızla kat edilmiş bir mesafe olduğunu kabul ediyor ve hareket için tanımlayacağı her şeyi bu doğru üstünde tanımlıyordu. Fakat henüz zaman kavramını hareket süresine indirgemekten kurtulamayan ve bir kenara bırakan Galilei'nin çalışmaları, ilk anda kendisinin de farkına varamadığı bir başarısızlıkla sonuçlandı.

Galilei, bu çalışmalarda ulaştığı sonuçları açıklarken, hareket hızının alınan yolla orantılı olarak arttığından yola çıkıyordu. Hareket hızının alınan yola oranını **benzer üçgenler** kullanarak açıklamaya çalışan Galilei, anlık hızların bileşiminden oluşan ortalama düşme hızının alınan yolla doğru orantılı olmasının yanı sıra hızların oranının da hareket sürelerinin oranının tersi olmasından hareket ederek, alınan yolun hareket süresinin karesiyle doğru orantılı olduğunu gösterir.

Galilei'nin buradaki açıklamaları akla yatkın açıklamalardır. Bununla birlikte yanlıştır, çünkü açıkça görüleceği gibi iki temel hatası vardır. Hızların oranının hareket sürelerinin oranının tersi olduğu doğrudur; ancak bir koşulla: Eğer kat edilen uzaklıklar aynı ise. Galilei'nin örneğindeyse kat edilen uzaklıklar farklıdır. İkinci olarak hareket hızının, hareket doğrusunun her noktasındaki (anlık) hızların toplamı olduğu ve hareketin her anında edindiği hızların toplamı olduğu da doğrudur. Fakat bu "toplamlar" birbiriyle orantılı değildir: Artış sabit ve düzgün olduğunda hız-zaman ilişkisi hız-uzaklık ilişkisine eşit olmamaktadır. Bu nedenle de uzaklığın lineer bir fonksiyonu olarak artan hızların "toplamları" üçgenlerle açıklanamaz. Bu gösterim ancak zamanla düzgün bir ilişkiye sahip bir artış için geçerlidir. Galilei'nin geometrikleştirme çabaları bir kez daha, "zaman için geçerli olan"ı, "uzay için geçerli olan" gibi göstermekle sonuçlanmıştır.

Galilei, bulduğunu sandığı 'aksiyomatik ilke'nin, ona atfettiği rolü yerine getiremediğini gördüğünde bir hata yaptığının farkına vardı. Bu ilkeden elindeki betimleyici formülü -serbest düşme hareketinde kat edilen yolun, zamanın karesiyle ardışık tek sayılar halinde orantılı olduğu- elde etmesi olanaksızdı, hatta bu ilkenin doğru biçimde kullanılması bile olanaksızdı. Galilei serbest düşme problemlerini tekrar tekrar kontrol ederek hatasının nerede olduğunu buldu. Hatasının zaman ve hareket arasındaki sıkı ilişkiyi dikkate almamak ve belki de hareketin nedensel analizini bir kenara bırakmak olduğunu anlamıştı.

Sabit ivmeli hareketin formülünün peşinde

Galilei, ivmeli hareket formülünü zamana göre geometrik bir şekilde tanımlayarak, formülü üzerinde tekrar çalışmaya başladı. *Opere*'nin 2. Cildinde şunları söylüyordu:

"Her şeyden önce, doğada var olan ivmeli hareketleri araştırmalı ve bu hareketler için uygun bir açıklama bulmalıyız. Zira, değişik hareket biçimleri icat ederek, bu hareketlerin sahip olması gereken özellikler üzerinde düşünmek mümkündür (örneğin doğrular, spiraller ya da konşoitler çizerek gerçekleşen hareketler -doğada böyle hareketler olmasa da- tasarlayan ve bu hareketlerin özelliklerini çok da başarılı bir şekilde inceleyenler vardır), fakat, doğadaki hareketlerde, özellikle de düşen cisimlerin hareketlerinde belirli bir ivmelenme biçimi söz konusudur. İvmeli hareket için ortaya koyacağımız tanım doğada var olan ivmeli hareketin özüne uygun olduğu sürece, doğadaki ivmelenme biçiminin özelliklerini inceleyebiliriz. Bu uygunluğu ise, uzun zihinsel çabaların sonunda nihayet elde ettiğimize inanıyoruz. Bu inancımızın temelini, duyularımız yardımıyla doğada gözlemlediğimiz şeylerin (tanımımızdan yola çıkarak) elde edebileceğimiz özelliklerle uyum içinde olması gerektiği ilkesi oluşturuyor. Bu arada, doğanın genellikle eserlerini hep en kısa, en basit ve en kolay yollarla ortaya koyuyor olması ve bu eserlerde gördüğümüz özellikler de, doğal olarak ivmelenen hareketi incelememiz sırasında, neredeyse elle işaret edercesine bize izleyeceğimiz yolu gösterdiler.

"Örneğin, hiç kimsenin, bu işleri doğal yetenekleriyle yapan balık ve kuşun hareketlerinden daha basit hareketlerle yüzebileceğini ya da uçabileceğini düşündüğünü sanmıyorum.

"O halde, hareketsiz durduğu bir yerden düşmeye başlayan ve sürekli olarak ek hız artışları kazanan bir taş gördüğümüzde neden bu hız artışlarının en basit ve en açık şekilde gerçekleştiğini düşünmeyelim?

"Nasıl hareket eden cisim hep aynı kalıyorsa hareket ilkesi de değişmeden kalır. Peki, neden geri kalan şeylerin de aynı şekilde sabit kalacaklarını öne sürmeyelim? Şimdi, öyleyse hareketin hızı sabit kalıyor, diyeceksin. Asla! Burada değişmeyen şey, hareket hızının aynı kalmaması ve hareketin sabit (ivmesiz) olmamasıdır. Demek ki, değişmezliği ve basitliği hızda değil, hızın artışında, yani ivmede aramalıyız. Eğer konuyu dikkatle incelersek, hep aynı şekilde yinelenen bir artıştan daha basit bir artış olmadığını görürüz. Bu artışın hangi şekilde gerçekleştiğini ise, dikkatimizi hareketle zaman arasında var olan sıkı ilişki üzerinde yoğunlaştırarak kolayca anlayabiliriz."

Galilei'nin sabit ivmeli hareket tanımı, cismin hızının harekete başladığı noktadan itibaren sürekli arttığını söylemektedir. Bu, cismin, hareketi sırasında bütün hız ve yavaşlık değerlerinden geçtiği anlamına gelir, yani cisimler harekete başladıklarında sonsuz bir yavaşlıkla hareket ederler. Fakat sonsuz bir yavaşlıkla nasıl hareket edilebilir? Durgunluk halinden harekete, yani bir anlamda hiçlikten varlığa nasıl geçebilir? Bunun yerine gerçek hayatta hareketin bir minimumu olduğunu ve sonsuz yavaşlığın da bu minimum miktarın altında bir hareket miktarı olduğunu söylememiz gerekmez mi?

Galilei bu sorulan kendisine de sormuş ve yanıtlamıştır:

"Aynı hız derecesinin değişik uzunluktaki zaman aralıkları içinde kazanılabileceğinin ve bunun da farklı etkenlere bağlı olarak meydana gelebileceğinin göz ardı edilmemesi gerekir. Bu etkenlerden -bizi özellikle ilgilendiren- birisi de hareketin gerçekleştiği yolun uzunluğudur. Gerçekte ağır cisimler, yalnızca,

düşey bir çizgi boyunca diğer bütün ağır cisimlerin de merkezi olan yere doğru gitme eğiliminde değildirler; eğik bir düzlem üzerinde ufuk çizgisine doğru da ilerlerler ve bu ilerleme düzlemin eğimi ne kadar küçükse o kadar yavaş gerçekleşir. Eğim en küçük değerini aldığında hareket de en yavaş halini alır; ve sonsuz yavaşlık, yani durgunluk hali tam yatay bir düzlemin üzerinde meydana gelir. Bu şekilde kazanılabilecek hız dereceleri arasındaki fark o kadar büyüktür ki, bir cismin düşey olarak düşerken bir dakikada kazanabileceği hıza eğik düzlem üzerindeyken erişmesi, cismin eğik düzlem üzerindeki hareketi sürekli ivmelenen bir hareket olduğu halde bir saat, bir gün, bir ay, hatta bütün bir yıl geçmesini gerektirebilir. (Bu tür fenomenlerin çelişkili olmadıkları ve gerçekleşme olasılıklarının çok yüksek olması) geometrik bir örnekle açıklanabilir: Hızların çizgilerle, düzgün hareket boyunca zamanın sürekli akışının da başka bir çizgiyle gösterileceği böyle bir örnek, bize hız derecelerinin gerçekte sonsuz sayıda olduklarını gösterecektir."

Bu açıklama ilk bakışta şaşırtıcı görünmekle birlikte yanlış değildir. Galilei bunun basit bir düşünce deneyiyle ispatlanabileceğini savunmaktadır. Önerdiği deney toprağa çakılı bir kazığın üstüne düşen bir ağırlık tasarlanmasından oluşmaktadır. Kazığın aşağı doğru hareketi, ona çarpan ağırlığın hızına bağlıdır. Ağırlık çok kısa bir mesafeden düştüğünde kazığı hiç etkilemediğine göre, bu süre içindeki hareketin sonsuz yavaş olduğu söylenebilir.

Galilei, *Diyalog*'da[1] bu sorunu tartışmaya devam eder. *Diyalog*'un ivmeli hareketin açıklanmasıyla ilgili olan 'Üçüncü Gün'ün 2. Bölümünün başlarında Sagredo, Galilei'nin ivmeli hareket açıklamalarına karşı kuşkularını dile getirir. Sagredo matematiksel olarak yapılanların doğruluğunu kabul ettiğini, ancak bu tanım ve önermelerin doğadaki serbest düşme hareketiyle uyuşup uyuşmadığı konusunda şüpheleri olduğunu söyler. Zaman sınırsız bir şekilde bölünebiliyorsa, cismin bir önceki anda sahip olduğu hız, var olan hızından sabit bir oranla daha az olacaktır. Bu şekilde durgun bir konumdan harekete

---

1) Galilei'nin en önemli eserlerinden biri olan "*İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Diyalog*" her şeyden önce Kopernikçi bir eserdir. Galilei'nin fiziği, Kopernik'e borçlu olduğu Dünya'nın hareketini eski ve yeni argümanlarla yürütülen saldırılara karşı korumak zorunda olan yeni bir fiziktir. Bu yeni fiziği kurabilmek için de önce eskisini yıkmak, eski fiziği ayakta tutan felsefi temelleri sarsmak zorundadır. Kendi Arkhimedesci ve matematiksel fiziğini ortaya koyabilmek için yeni bir felsefeye yaslanması gerektiğini çok iyi bilmektedir.
Diyalog, birbirine rakip iki astronomi sistemini (Ptolemy ve Kopernik sistemlerini) sergilediğini ileri sürer. Ama aslında *Diyalog* ne yalnızca bir astronomi, ne de yalnızca bir fizik kitabıdır (*Diyalog*'un astronomiyle ilgili bölümleri oldukça zayıftır; bu bölümlerde Galilei ne Kepler'in buluşlarına, ne de Kopernik'in eserlerinin somut içeriğine değinmektedir). *Diyalog* öncelikle Galilei'nin geleneksel bilim ve felsefeyle girişeceği bir polemik ve mücadele kitabıdır. Fakat *Diyalog*, Aristotelesçi geleneğin o dönemdeki savunucularına, Piza ve Padova'daki felsefecilere karşı değil, "sade insanlara" yönelik olarak yazılmıştır. Okulların ve üniversitelerin bilim dili olan Latince yerine İtalyanca olarak kaleme alınması ve diyalog biçiminde yazılmış olması rastlantı değildir.
Diyalog, rolleri kesin sınırlarla çizilmiş üç konuşmacı üzerine kurulmuştur: Salviati, Galilei'nin sözcüsü, yeni bilimin matematiksel zekâsını temsil eder. Sagredo, Aristotelesçi geleneğin önyargılarından kurtulmuş, Galileici uslamlamaların getirdiği yeni gerçekleri kavrayabilen, üstelik Galilei'ye sürekli olarak sorularla yaklaşsa da, Galilei'nin uslamlamalarından yeni sonuçla çıkarabilen bir zihne sahiptir. Simplicio ise Skolastik felsefeye dayalı önyargılar içinde yüzen, Aristoteles'in ve resmi bilimin otoritesine inanan sağduyuyu temsil etmektedir. Geleneğin ağırlığı altında sonuna kadar mücadele etmekten kaçınmaz.

geçen bir cismin belirli bir anda çok küçük bir hıza sahip olduğu söylenebilir. Sagredo bunun kabul edilmesi çok güç bir tez olduğunu ve bunun ötesinde gözlemlenen cismin ilk anda büyük bir hıza sahip olduğunu söyler. Sagredo burada kinematiğin soyut akıl yürütmelerine kendi deneyimleriyle karşı çıkmaktadır. Açıkça görülebileceği gibi Sagredo'nun iddialarını kanıtlamak için öne sürdüğü deneyimleri, sağduyusal gözlemler, yani Aristotelesçi anlayışla yapılmış gözlemlerdir.

Galilei bu soruyu bir "deney" düzenlemeyi önererek yanıtlar:

"Esnek bir malzemenin üstüne ağır bir cisim koyun ve esnek malzemenin yalnızca cismin ağırlığının etkisiyle bükülmesini sağlayın; açıktır ki, eğer bu cisim bir ya da iki dirsek boyu kaldırıldıktan sonra aynı esnek malzemenin üzerine düşmeye bırakılırsa, darbenin etkisiyle, yalnızca kendi ağırlığıyla yaptığı basınçtan daha büyük bir basınç uygulayacaktır; bu etki, düşen cismin ağırlığının ve düşme sırasında kazandığı hızın birleşmesi sonucu ortaya çıkar ve düşme yüksekliği, dolayısıyla da düşme hızı ne kadar büyükse bu etki de o kadar büyük olur. Cismin uyguladığı darbenin niteliğine ve niceliğine bakarak cismin hızı da kesin olarak belirlenebilir. Toprağa çakılı bir kazığın üstüne iki dirsek yüksekten bırakılan bir cisim, kazığı çok fazla gömmeyecektir. Cisim bir dirsek boyu yüksekten bırakıldığında kazığı daha az gömecek, bir karış yukarıdan bırakıldığında ise çok daha az gömecektir. Hele bir parmak yukarıdan bırakıldığında, cismin etkisi, kazığın üzerine konulduğundaki etkisinden ne kadar farklı olabilir ki? Kuşkusuz çok az. Ve cisim bir yaprak kalınlığı yükseklikten düştüğünde, kazığın üzerindeki etkisi artık algılanabilir olmaktan bütünüyle uzak olacaktır. Çarpmanın etkisi çarpan cismin hızına bağlı olduğuna göre, cismin etkisi algılanamayacak kadar küçük olduğunda hızın, çok küçükten de küçük, hareketin ise yavaştan daha az olduğundan kim kuşku duyabilir? İşte gerçeğin gücü böyledir, aynı deney biraz daha dikkatle incelendiğinde, ilk bakışta gösterdiği şeyin tam tersini gösterebilmektedir."

Bununla birlikte Galilei, kuramının temelini ilgilendiren bu sorunu sadece bir deney önererek çözemeyeceğini bilmektedir. Deney, bir iddiayı desteklemeye ya da çürütmeye yarar, fakat bu iddianın yerini almaz.

"Fakat yukarıda sözünü ettiğimiz ve iddialarımızın doğruluğunu en ufak bir kuşkuya yer bırakmayacak şekilde kanıtlayan bu deneye bağlı olmaksızın, doğruyu sadece akıl yürüterek bulmak da mümkün. Havada asılı duran bir taş düşünün. Taşı havada tutan şeyi çekip onu serbest bırakırsak, havadan daha ağır olduğu için düşecektir. Fakat düzgün bir hareketle değil: hareketine yavaş bir şekilde başlayacak ve sürekli olarak ivmelenecektir. Hız sınırsız bir şekilde azalıp artabildiğine göre, hareketine sonsuz yavaşlıkla yani durgunluk halinden başlayan bir cismin, hareketine başlar başlamaz dört, iki, bir, yarım ya da yüzde bir değerinde veya bunlardan çok daha küçük bir hız derecesine ulaştığını düşünmek yerine on birimlik bir hız derecesine sahip olduğuna neden inanalım? Lütfen dinle. Belli bir hızla yukarıya atılan bir taşın hız kaybının, bu taşın çıkabileceği yükseklikten bırakılan bir taşın hız kazanımına eşit olduğuna karşı çıkmazsın sanırım. O halde, hız kaybederek yükselen bir cismin bütün olası yavaşlık değerlerinden geçerek durduğundan nasıl kuşku duyabiliyorsun?"

Galilei, *Diyalog*'daki uzun tartışmalarında ivmeli hareketi şu şekilde tanımlar: Sabit ivmeli hareket, hız derecelerinin, durgunluk halinden başlayarak, hareketin ilk anından itibaren ilerleyen zamanla birlikte arttığı harekettir.

'Diyalog'dan 'Konuşmalar'a…

Galilei buradan sonra hareketin özelliklerini, harcanan zaman, hız ve kat edilen yol arasındaki ilişkileri iki değişik şekilde inceler. *Diyalog*'daki incelemesinde, uzun bir geometrik ispattan sonra olası ve tutarlı olarak nitelediği bir sonuca varır:

"Durgunluk halinden başlayarak ivmeli hareketle düşen bir cismin belirli bir süre içerisinde belirli bir yol kat ettiğini ve belirli bir hıza kavuştuğunu varsayalım, cisim bu hızla ivmesiz bir hareket yapmış olsaydı, aynı süre içinde, ivmeli hareketle kat ettiği yolun iki katını kat etmiş olurdu."

Sagredo, Galilei'nin söylediklerinin mükemmel bir matematiksel ispat olduğunu söyler. Aristotelesçi Simplicio da, Sagredo'nun bu görüşüne katılır ama hemen arkasından ekler: "Matematiksel düşüncenin doğa bilimlerinde yeri yoktur." Simplicio burada tamamen haksız değildir. Fiziksel bir uzayda düşen gerçek cisimler geometrik bir uzayda düşen soyut cisimlere benzemezler. Galilei de bunun farkındadır ve bu nedenle açıklamasını olası olarak niteler.

Sagredo'nun, Galilei'nin tanımladığı önermelerin doğadaki serbest düşme hareketiyle uyuşup uyuşmadığı konusundaki kuşkuları ve Aristotelesçi Simplicio'nun fiziksel dünya ile geometrik dünya arasına çizdiği kesin çizgi aslında aynı şeyi, Galilei fiziğinin temel dayanağını sorgulamaktadır: matematikselleştirmenin meşruluğu...

Hiç kuşkusuz ne Sagredo ne de Simplicio matematiğe karşıydılar. Sorun, matematiğin soyut akıl yürütmelerinin fiziksel dünyaya uygulanıp uygulanamayacağıydı.

Galilei'nin başından beri üzerinde uğraştığı sorun aslında budur. Galilei, ivmeli bir hareket olan serbest düşme hareketini geometrikleştirebilmek için zamansal ilişkileri bir kenara bırakarak yalnızca uzaysal ilişkiler üzerinde yoğunlaşmıştı. Bu, teknik bir hata olmanın ötesinde doğanın geometrikleştirilmesi sürecinde yapılan ölümcül bir hataydı. Zamansal ilişkiler bir kenara bırakılarak belki bütünlüklü bir kuram oluşturulabilirdi, fakat böyle bir kuram hareketi açıklayamayacaktı. Doğadaki her hareket, sınırlı ya da sınırsız bir zaman aralığı içinde gelişen bir olaydır. Bu nedenle zamansal ilişkileri kapsamayan geometrik bir hareket analizi hiçbir şekilde bu evrene ait bir analiz olmayacaktır. Fakat bu, serbest düşme hareketinin geometrikleştirilemeyeceği anlamına gelmemektedir.

Diyalog'dan altı yıl sonra yayımlanan (1638) *Konuşmalar*'da[2] durum daha farklıdır. Galilei *Konuşmalar*'da fiziksel dünyanın gerçek yasalarını keşfetmeyi hedeflemektedir. Bu nedenle açıklamaları iki farklı düzeyi kapsar: Önce soyut olayın tamamen geometrik bir analizi, sonra da bunun gerçek olay ile karşı-

2) Özgün adı: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*. İngilizce adı: "*Discourses and Mathematical Demonstrations Concerning Two New Sciences*.

laştırılması. İlk düzeyde Galilei'nin özelliklerini incelediği sabit ivmeli hareket gerçek bir cismin yaptığı gerçek bir hareket değil, soyut bir cismin geometrik bir uzayda yaptığı harekettir. Bu nedenle Galilei bu açıklamayı olası olarak nitelemez ve sonucu ispatlanmış gibi önceden söyler:

"Durgunluk halinden başlayarak ivmeli hareket yapan bir cismin belirli bir uzaklığı kat etmesi için gereken süre, aynı cismin bu uzaklığı ivmeli hareketinin maksimum ve minimum hız derecelerinin ortalamasına eşit sabit bir hızla yapacağı hareketle kat etmesi için gereken süreye eşittir."

Galilei'nin bu tezi *Diyalog*'dakinden daha genel bir tezdir. Bu tez sadece serbest düşme hareketi için değil, bütün sabit ivmeli hareketler için geçerlidir. İkincisi, bu tez, herhangi bir zaman aralığı için geçerlidir, yani bu zaman aralığının durgunluk anını kapsaması zorunlu değildir. Fakat bu tez hareketin incelendiği zaman aralığının sonlu olmasını zorunlu kılmaktadır.

Üstelik Galilei henüz zaman ile hareket arasındaki sıkı ilişkiyi göstermemiştir. Şimdi yapması gereken, zamanın ağırlıklı ve öncelikli rolünü formüle etmektir. İşte bu nedenle, *Konuşmalar*'da daha önce *Diyalog*'da da ispatlamış olduğu bu teoremin arkasına ikinci bir teorem ekler:

"Düzgün ivmelenen bir hareketle düşen bir cismin herhangi iki farklı zaman aralığı boyunca kat ettiği yolların birbirine oranı zamanların çift oranına, yani zamanların karelerinin oranına eşittir."

Bu teorem serbest düşme yasasının doğru formülasyonunu dile getirmektedir. Üstelik alınan yolu geçen zamanın fonksiyonu olarak doğrudan doğruya veren bu formül, bu başarısının yanı sıra ardışık tek sayılar yasasını da kolayca açıklayabilmektedir. Bu başarı, doğadaki olayların kendi bütünlükleri göz ardı edilmeden geometrikleştirilmesi gerektiği görüşünün sonucudur. Doğada var olan ivmeli hareket, zaman kavramı olmadan açıklanamaz.

Galilei'nin daha önceki başarısızlığının nedeni, bu bütünlük içinde öncelikli bir rolü olan zamanın önemini ve hareketle arasındaki sıkı ilişkiyi göz ardı etmektir. Bu hatasını düzelten Galilei'nin teoremini ispat ederken kullanacağı geometrik doğrular da farklılaşacak, alınan yolu ifade eden doğru bağımsız bir şekilde akıp giden zamanı ifade eden doğrunun yanına konacaktır.

HAREKETİN GÖRELİLİĞİ VE SÜREDURUM (EYLEMSİZLİK) YASASI

Galilei'nin Padova döneminde hareket üzerine yaptığı çalışmaları üç temel ilke üzerinde yükselir: **Hareketin göreliliği, bir hareketin diğer hareketlerden bağımsızlığı ve hareketin korunumu**. Galilei, bu dönemde Aristoteles'e karşı temellendireceği hareket üzerine tezlerini en önemli eserlerinden biri olan *Diyalog*'da ortaya koyar. Bu tezlerde Galilei hareketin hareket eden cismi etkilemeyeceğini, hareket eden bir cismin kendi hareketlerine karşı kayıtsız kalacağını ve hareketin yalnızca hareket eden cisimle hareket etmeyen bir cisim arasındaki ilişkiyi değiştireceğini öne sürer.

Galilei'nin görelilik ilkesi

Galilei'nin hareketin göreliliği ilkesi genellikle **hareketin optik göreliliği** ilkesi ile karıştırılır. Oysa hareketin optik göreliliği, çok uzun zamanlardan beri bilinmekte olan bir ilkedir. Hareketin optik göreliliği, konumları ve hızları farklı olan gözlemcilerin bir cismin hareketini farklı biçimlerde göreceklerini söyler. Fakat hareketin optik göreliliği, Aristoteles'in hareketin mutlaklığı ilkesiyle çelişen bir ilke değildir; çünkü optik görelilik, sadece evrenin hareketsiz merkezine göre tanımlanan mutlak bir hareketin, farklı gözlemciler tarafından farklı hareketlermiş gibi görüleceğini ifade eder. Burada hareketin yalnızca görünüşte göreliliği söz konusudur. Oysa Galilei'nin görelilik ilkesi çok daha farklı bir ilkedir. Hareketin optik göreliliğinin kuşku götürmez bir şey olduğunu ve tartışmanın başında temel bir ilke olarak kabul edilmesi gerektiğini söyleyen Galilei, *Diyalog*'da hareketin göreliliğini şöyle ortaya koyacaktır:

"İncelememizin temel ilkesi olarak şunu kabul edelim: Yer'e atfedilen hareket ne olursa olsun, Yer'in üzerinde yaşayan, dolayısıyla da yeryüzünün hareketine katılan bizler için, yalnızca Yer'in üzerindeki cisimlere baktığımız sürece, bu hareket bütünüyle algılanamaz ve sanki yokmuş gibi olacaktır; fakat Yer'den ayrı oldukları için Yer'in hareketine katılmayan bütün diğer cisimler ve nesnelere göre bu hareketin kendini göstermesi gerekir. Öyle ki, herhangi bir hareketin Yer'e atfedilip atfedilemeyeceğini araştırmanın en doğru yolu, Yer'den ayrı cisimlerin hepsinin birden paylaştığı bir hareketin olup olmadığını gözlemektir."

Yer'den ayrı bütün cisimlerin paylaştığı bu hareket Yer'in kendi çevresindeki günlük hareketidir. Bu hareket aynı şekilde hem Yer'e hem de göklere atfedilebilir. Galilei'nin yukarıdaki alıntıda ortaya koyduğu görelilik ilkesi optik görelilikten daha geniş bir anlam içermektedir; bizzat kendimizin de katıldığımız hareketleri algılamamızın olanaksızlığını ileri sürerken, Galilei hareketin fiziksel ya da mekanik göreliliğini ortaya koymaktadır. Hareketin fiziksel göreliliğinin anlamı, hareketin artık yalnızca başka bir cisme göre tanımlanan bir hal olarak ele alınmasıdır. Üstelik hareketin fiziksel göreliliği, hareketin optik göreliliğinin eşdeğeri olarak ortaya konmaktadır. Gerçekten de eğer hareket bu harekete katılan biri tarafından algılanamıyorsa, onun için **sanki yok gibiyse**, Yer'in hareketinin de Yer'in üzerinde meydana gelen olaylar üzerinde hiçbir etkisi olmayacaktır:

"Hareket harekettir ve yalnızca ondan yoksun olan şeylere göre hareket olarak etkir; fakat hareketin harekete katılan şeyler üzerinde hiçbir etkisi yoktur; yani sanki yokmuş gibidir; aynı şekilde, bir geminin yüklü olduğu mallar Venedik'ten yola çıkarak Korfu, Yunanistan ve Kıbrıs'tan geçip Halep'e ulaşıyorlar; fakat Venedik, Korfu, Yunanistan vs. gemiyle birlikte hareket etmiyorlar, yerlerinde kalıyorlar. Ama yalnızca balyalar, sandıklar, geminin yüklü olduğu diğer koliler ve geminin kendisi göz önüne alındığında Venedik'ten Suriye'ye hareket sanki yok gibidir. Dolayısıyla bu hareket gemideki şeylerin karşılıklı ilişkilerinde hiçbir şeyi değiştirmez, çünkü gemideki her şey bu ha-

reketi eşit derecede paylaşır; ve eğer gemideki malların arasında bulunan bir balya sandıklardan birinden bir parmak uzaklaşsa, balyanın bu hareketi, sandığa göre, sandıklarla birlikte kat ettikleri iki bin millik yolluk yolculuktan daha büyük bir hareket olurdu."

Hareketi ayrıcalıklı noktalara gerek duymadan açıklamak

Aristotelesçi anlamdaki hareketin tanımlanabilmesi için de zorunlu olarak bir karşılaştırma noktasının varlığı gerekir. Fakat Aristoteles için hareket, iki şey arasındaki basit ve pür bir ilişki değil, hareket eden cisim üzerinde gerçek bir etkisi olan bir süreçtir; bu nedenle de karşılaştırma noktası gerçek anlamda hareketsiz olan bir şey, yani evrenin hareketsiz merkezi olmalıdır. Galilei'nin hareket kavramı ise çok farklıdır: Hareket, hareket edeni değiştirmeyen bir hal, bir ilişkidir, dolayısıyla da hareketin tanımlanabilmesi için hiçbir şekilde hareketten mutlak bir biçimde yoksun olan bir noktanın ya da cismin varlığına gerek duyulmaz; herhangi ikinci bir cismin varlığı yeterlidir. Çok sayıda cisim tarafından eşit biçimde paylaşılan bir hareket bu cisimlerin arasındaki ilişkileri değiştirmez, yani bu ilişkiler açısından sanki yokmuş gibidir. Böylece örneğin bir taş ve bir kule birlikte Yer'in hareketine katılıyorlarsa, Yer'in hareketi taş ve kule için sanki yokmuş gibi olacak ve taşın kuleden düşmesi sırasında her şey sanki Yer hareket etmiyormuş gibi olup bitecektir. Bunun ise son derece ciddi sonuçları vardır: Bütün hareketlerin uyuşabilir (yani aynı anda birlikte var olabilir) olmaları ve hiçbir hareketin başka bir hareketi engellemeyeceği (çünkü aynı cismi hareket ettiren hareketler, birbirlerine göre sanki yok gibidir)... Bir Aristotelesçi işte bunu kabul edemez!

Hareketin uzaydaki ayrıcalıklı noktalara ve ayrıcalıklı yönlere gerek olmadan tanımlanabilmesinin, dolayısıyla da uzayın Euclidesci anlamda geometrikleştirilmesinin önünü açan bu çok önemli adımı izlemesi beklenen ikinci adım, süredurum (inertia) yasasının ortaya konmasıdır. Galilei, hiçbir dış etki olmaması durumunda doğrusal hareketin sonsuza dek süreceğini formüle edebilecek midir?

Galilei süredurum yasasını neden formüle edemedi?

Hayır. Galilei süredurum yasasını formüle edemeyecektir. Fakat önemli olan bu değildir. Önemli olan Galilei'nin, çok yaklaştığı halde bu yasayı neden formüle edemediğidir. Galilei elindeki kuramın bütünlüğü içinde açıklayamadığı bir yasayı hiçbir zaman açıkça ortaya koymaya kalkışmayacaktır. Fakat süredurum yasasını formüle etmeyi başaramasa da, uzun süre bu yasanın peşinde koşacak, farklı açıklamalar, argümanlar geliştirmeye çalışacaktır.

Galilei'ye göre, hareketlerin doğal hareketler ve şiddet hareketleri olarak ikiye ayrılması yanlıştır. Bir kere Aristoteles'in uyuşamaz dediği bu iki hareket pekâlâ uyuşabildikleri gibi, garip bir şekilde aynı anda hem doğal hareket, hem de şiddet hareketi olarak kavranması gerekecek hareketler bulunmaktadır. Örneğin evrenin merkezine yerleştirilecek bir kürenin kendi çevresinde dönmesi böyle bir harekettir; çünkü bu küre zaten doğal yerinde olduğu için ağırlığı yoktur, ama küreye hiçbir şiddet de uygulanmamakta, fakat buna rağmen

kendi çevresinde dönmektedir. Diğer kürelerin evrenin merkezi çevresindeki dairesel hareketleri de ne yalnızca doğal, ne de yalnızca şiddet hareketi olarak nitelendirilebilecek hareketlerdir; çünkü bu kürelerin evrenin merkezine uzaklıkları hep aynı kalmakta, yani ne ağırlıkları nedeniyle alçalmakta, ne de başka bir nedenle yükselmektedirler.

Galilei, buradan hareketle yatay bir düzlem üzerinde yuvarlanan ağır bir küresel cismin hareketinin sonsuza dek sürebileceğini ileri sürer. Fakat gerçek bir yatay düzlem nasıl bir düzlemdir? Bu düzlemin, geometrinin ya da Arkhimedes fiziğinin düzlemleri ile hiçbir ilgisi yoktur. Geometrinin yatay düzlemi üzerinde hareket eden ağır bir cisim Dünya'nın (ya da evrenin) merkezinden sürekli uzaklaşacak, bunun sonucunda da yükselecektir. Böylece bu kürenin hareketi eğik düzleme tırmanan bir cismin hareketi gibi olacak, bunun sonucunda da cisim bir süre sonra duracak, yani hareketini sonsuza dek sürdüremeyecektir. Demek ki, cismin, evrenin merkezine olan uzaklığını değiştirmeden hareketini sonsuza dek sürdürebileceği gerçek yatay düzlem, bütün noktaları evrenin merkezine aynı uzaklıkta olan, yani küresel bir yüzeydir. Küresel bir cisim, ancak küresel bir yüzey üzerinde alçalıp yükselmeden, dolayısıyla da hızlanıp yavaşlamadan sonsuza dek hareket edebilecektir.

Galilei'nin vardığı bu sonuç, kimi bilim tarihçileri tarafından süredurum yasasının sınırlı bir formülasyonuna örnek olarak gösterilir. Oysa Galilei, hareketi ağırlıktan, yani ağır cisimlerin doğal niteliklerinden bağımsız olarak ele almak konusunda hâlâ adım atamamakta, yatay düzlemin küresel bir düzlem olması gerektiğini ileri sürmekten vazgeçememektedir!

Galilei'nin yeni fiziğinde hareketin korunumu probleminin hangi ölçülerde ele alındığı sorusuna yine *Diyalog*'dan yanıt arayalım:

"(...) bir yüzeyin ne alçalması, ne de yükselmesi için bütün parçalarının merkezden aynı uzaklıkta olması gereklidir. (...) Durgun bir suyun yüzeyi böyle bir yüzeydir. (...) Durgun bir su üzerinde yüzen bir gemiye bir kez belli bir itme verildiğinde, gemi düzgün bir biçimde sonsuza dek hareket edecektir. Geminin direğinin tepesine yerleştirilmiş bir taş da aynı şekilde bir daire üzerinde hareket edecek ve bu hareket dış bir engel söz konusu olmadığı sürece taştan silinmeyecek bir hareket olacaktır. Taşın hızının da geminin hızıyla aynı olacağı açık değil midir?"

Galilei'nin yeni fiziğinde impetus kavramı derin bir dönüşüm geçirmiş olarak karşımıza çıkar. İmpetus, artık hareketin nedeni olarak tanımlanmak yerine, bizzat hareketin kendisiyle özdeşleşir. Hareket ise, hareket eden cismin kendisine aittir. Geminin impetusu gemi örneğindeki taş tarafından, bu taş direkten ayrılsa bile silinmez bir şekilde barındırılacaktır. Demek ki taşın bu yatay hareketi, taşın aşağı doğru hareketini ne geciktirecek, ne de engelleyecektir. Buradan da geminin hızına bağlı olarak taşın düşerken izlediği gerçek yolun uzatılabileceği, fakat geminin hızı ne olursa olsun taşın direğin dibine düşmek için harcayacağı zamanın gemi hareketsizken bu düşüşü gerçekleştirmek için harcayacağı zamana eşit olacağı sonucu çıkar. Aynı şekilde, bir kulenin tepesinden yatay olarak ateşlenen bir gülle, hiçbir itme verilmeden doğrudan doğruya kulenin tepesinden bırakılan bir gülle ile (bu arada iki,

üç, altı ya da on bin millik yatay bir yol kat etmiş olsa da) aynı anda yere düşecektir. Yeni fizikte hareketin korunumu artık yalnızca dönme hareketi ya da evrenin merkezi etrafındaki dairesel hareket için geçerli bir ilke olmaktan çıkmıştır. Hareket, hareket olarak korunur; dairesel hareket olarak değil... Ama dairesel hareketin hâlâ varlığını koruyan ayrıcalıklı konumuna yöneltilen bu tehdidin açıkça dile getirilmesi konusunda *Diyalog* daha ileri gitmemektedir. Süredurum yasası hâlâ uzaktadır. Hiçbir zaman, ne *Diyalog*'da, ne de *Konuşmalar*'da Galilei süredurum yasasını, yani doğrusal hareketin sonsuz korunumunu açıkça ileri süremeyecektir. Gerçi *Konuşmalar*'da Galilei küresel yüzey saplantısından kurtulacaktır. *Konuşmalar*'da, "ağırlık çizgileri" küresel bir yüzeyin merkezine yönelik olmaktan kurtulup, birbirine paralel hale gelecektir. Yani, yatay bir düzlemin üzerinde duran bir cismin ağırlığı, düzlemin her noktasında düzleme dik olacaktır. Böylece, yatay bir düzlemin üzerinde hareket eden bir küre, doğrusal hareketini sonsuza dek sürdürecektir. Ama Galilei'nin cisimleri hâlâ ağır cisimlerdir. Evrende tek başlarına da kalsalar, doğal bir özellik olarak ağırlığa sahiptirler. Dolayısıyla da, örneğin bir kürenin doğrusal hareketini sürdürmesi, ancak altına ağırlığının etkisini yok edecek yatay bir düzlem konulmasıyla mümkün olacaktır. Yatay bir düzlem üzerinde sonsuz doğrusal hareketini sürdürmekte olan bir küre, altından bu düzlem çekilip alındığı anda doğrusal hareketine son verecek ve ağırlığının etkisiyle "aşağı" düşmeye başlayacaktır. Ağırlığın, cisimlerin doğal bir niteliği olarak kavranması Galilei'nin önündeki en büyük epistemolojik engellerden birisidir ve Galilei'nin bu kavramdan kopamaması, süredurum yasasını formüle edebilmesini engelleyecektir.

GALILEI'NİN FELSEFESİ

Galilei süredurum yasasını formüle edemedi. Eskiçağ ve ortaçağ biliminin düzenli kozmosundan klasik bilimin sonsuz evrenine giden yolun hepsini kat edemedi. Bunu başaran Descartes oldu. Yine de Galilei'yi klasik bilimin babası olarak gören geleneksel görüş yanlış değildir. İnsanlık tarihinde matematiksel fizik düşüncesi, daha doğrusu fiziksel dünyanın matematikselleştirilmesi düşüncesi ilk kez Galilei'nin (Descartes'ın değil) çalışmalarında somutlaştı.

Aristoteles ile Platon arasındaki temel çekişme ve Galilei'nin tutumu

İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, Ptolemy ve Kopernik sistemlerinin karşılaştırıldığı bir astronomi ya da fizik kitabı olmaktan çok, Galilei'nin Aristotelesçi felsefe ile giriştiği felsefi polemiğin yürütüldüğü bir kitaptır. *Diyalog*'da bu iki astronomi sisteminden çok, bu sistemlerin dayandıkları iki farklı felsefe sistemi karşılaştırılır. Astronomiye ilişkin problemlerin çözülebilmesi fiziğin nasıl temellendirildiğine bağlıdır; fiziğin hangi temellere oturtulması gerektiği sorusu ise felsefi bir sorunun, yani fiziğin doğasının ve yapısının ne olduğu sorusuna bağlı olarak sorulabilecek bir sorudur. Bu sorunun yanıtlanabilmesi de, eninde sonunda, gerçek dünyanın bilgisinin

yapılandırılmasında matematiğin oynadığı rolün ne olduğa sorusunun yanıtlanmasına bağlıdır.

Fizikte matematiğin rolünün ne olduğu sorusu Galile'nin yabancı olduğu bir soru değildi. Daha Piza'da genç bir öğrenciyken Bonamico'dan Aristoteles ile Platon arasındaki temel çekişme alanını matematiğin rolü ve doğasının ne olduğu sorusunun oluşturduğunu öğrenecek, daha sonra kendisi ders vermeye başladığı zaman da meslektaşı Jacopo Mazzoni'nin anlattıklarından yararlanacaktı. Mazzoni'ye göre, o güne dek matematiğin fizikte kanıtlama ve tanıtlama aracı olarak kullanılmasının uygun olup olmadığı sorusu kadar verimli bir soruya rastlanmamıştı. Matematik bazı gerçeklerin ortaya çıkmasını sağlar mı, yoksa tam tersine fizikte matematiğin kullanılması yanıltıcı ve tehlikeli sonuçlar mı doğurur? Mazzoni Platon'un matematiğin fizikte kullanımının son derece uygun olduğunu ileri sürdüğünü ve birçok gizemli fiziksel olguyu açıklamak için matematiğe başvurduğunu, oysa Aristoteles'in bunun tam tersi bir yaklaşımı olduğunu ve Platon'un hatalarının hep aşırı bir matematik sevdasından kaynaklandığını söylediğini belirtiyordu.

Galilei'nin döneminde Platon ve Aristoteles arasındaki ayrım çizgisinin ne olduğu sorusu genellikle bu çerçevede ele alınıyordu. Matematiğin daha yüksek bir değeri olduğunu ve matematiğin fizik içinde gerçek ve baskın bir rol üstlendiğini söyleyenler Platoncu oluyordu. Tam tersine matematiğin soyut olduğunu, dolayısıyla da gerçeği konu edinen fizikten ve metafizikten daha az değer taşıdığını ileri sürenler ve fiziğin doğrudan doğruya deneyimler üzerine kurulması gerektiğini, matematiğin ise fiziğin kuruluşunda ikincil bir rolü olduğunu iddia edenler Aristotelesçi olarak nitelendiriliyordu.

Platoncular ve Aristotelesçiler arasındaki bu ayrım çizgilerinin çekilmesinde kesinlik sorunu hiç söz konusu edilmiyordu (hiçbir Aristotelesçi matematiksel tanıtlamaların kesinliğinden kuşku duymuyordu). Matematiğin fizikte kullanılıp kullanılmaması da değildi sorun, çünkü hiçbir Aristotelesçi ölçülebilir olanın ölçülmesine, sayılabilir olanın da sayılmasına karşı çıkmıyordu. Asıl sorun matematiksel tanıtlamaların gerçekliğe denk düşüp düşmeyecekleri ve matematiğin bilimin yapısı içindeki rolü, başka bir deyişle de bizzat gerçekliğin ne olduğu sorunuydu.

Aristotelesçiliğin bu soru çerçevesinde öne sürdüğü argümanlar hiç de yabana atılabilir türden değildi. Gerçekten de, gerçek (fiziksel) dünyada ne doğrular, ne düzlemler, ne üçgenler, ne de küreler vardı. Maddi dünyanın cisimleri, yalnızca geometride rastlanabilecek, düzenli biçimlere sahip değillerdi. Dolayısıyla da geometrinin yasaları bu cisimlere uygulanamazdı. Kuşkusuz, bir Platoncu bu argümanlara karşı matematiksel yasaların fiziksel gerçekliği yaklaşık olarak ifade eden yasalar olduğunu söyleyerek karşı çıkabilirdi. Bu karşı çıkış, fiziksel varlıkların geometrik varlıkları taklit ettikleri ya da geometrik varlıkların yaklaşık bir kopyası oldukları kabul edildiği ölçüde doğru sayılabilirdi. Ama bunu kabul etmek zaten Platoncu olmakla ve gerçek olanın özünde matematiksel olduğunu kabul etmekle mümkündü. Üstelik bu karşı çıkış yeterli ve etkili bir karşı çıkış olamazdı; çünkü geometrik formlarla gerçek cisimler arasında (bizzat maddenin varlığıyla açıklanan) bir sapma ol-

duğunun ileri sürülmesiyle birlikte, gerçek figürlerin geometrik formlardan ne ölçüde saptıklarının nasıl belirleneceği gibi soru ortaya çıkıyordu ve bu sorunun yanıtlanması olanaksızdı. Öz ile onun somutlaşmış biçimi arasında her zaman bir sapma vardı ve bu sapmanın ne kadar olduğunu belirlemek mümkün değildi.

Galilei'nin "yeni bilim"i

Galilei'nin bu sorun karşısında alacağı tavır çok farklıdır. Galilei Platonculuğundan vazgeçmeyecek, ama Aristotelesçiliğe karşı eski argümanları oldukları gibi öne sürmek yerine çok daha yeni ve köktenci bir yaklaşım ortaya koyacaktır: O güne kadar yürütülen tartışmalarda hem Aristotelesçilerin hem de Platoncuların üzerinde anlaştıkları öncülü, yani **matematiksel kavramların soyut karakterini, kusursuz figürlerin ontolojik ayrıcalıklarını reddetmek**!

Galilei'ye göre bir küre, gerçek olmakla küreliğinden bir şey kaybetmez. Bir cismin küre olup olmadığına o cismin gerçek olup olmadığına göre değil, küre tanımına uyup uymadığına göre karar verilir. Gerçek bir düzlem, geometrik bir düzlem kadar düzlemdir. Galilei, geometrik biçimlerin madde tarafından somutlaştırılabileceğini, hatta maddede her zaman somutlaşmış bir geometrik biçim olduğunu söyler. Bir cismin kusursuz bir küre ya da düzlem özelliğini taşımaması, o cismin geometrik bir biçimden yoksun olduğu anlamına gelmez. Bu cisim, bir küre ya da düzlemden daha karmaşık, ama en az bir küre ya da düzlem kadar kesin bir biçime sahiptir. Geometrik biçim maddeden ayrı bir şey değildir; ve bu nedenle geometrinin yasalarının gerçek bir değeri vardır, bu nedenle geometrinin yasaları fizikte egemendir. Doğa bu nedenle **matematiksel bir dille konuşmaktadır**. Bu dilin heceleri üçgenler, çemberler ve doğrulardır. Ve yine bu nedenle doğayı matematiğin diliyle sorguya çekmek gerekir.

Galilei'nin Platonculuğu, evrenin matematiksel bir işleyişi, matematiksel bir karakteri olduğu düşüncesinin ilerisine geçmez. Matematiksel olan, fiziksel evrende somutlaşmıştır. Dolayısıyla, Galilei'ye göre, kuramlar fenomenlerin özünü ifade ederler. Bilimsel bir yasanın geçerliliğini öne sürmek, aynı zamanda doğanın bu yasaya uygun olarak işlediğini öne sürmek demektir. "Bizim kuramımıza göre Dünya hareket ediyor, ama biz bunu hesapları basitleştirmek için varsaydık; aslında Dünya evrenin merkezinde hareketsiz olarak durmaktadır" türü açıklamalar, bilimin karakterine aykırı açıklamalardır. Galilei'nin tutumu bilimin nesnesinin, bilimsel pratiğin ve bizzat bilimin kendisinin yeniden tanımlanmasını sağlamıştır.

Galilei'nin aradığı doğanın nasıl işlemek zorunda olduğu değil, doğanın nasıl işlediği, hangi nedensel ilişkilere göre işlediği sorusunun yanıtıdır. Buradan hareket eden Galilei'nin tavrı, Descartes'tan farklı olarak, saf matematikçi bir tavır değildir. Bu tavır, fiziko-matematikçi bir tavırdır. Galilei bize deneyden yola çıkmaktan söz eder. Ama bu deney, günlük yaşamın dolaysız algılara ve sağduyuya dayalı deneyimleriyle aynı şey değildir. Aristotelesçi ampirizmin ısrarla istediği şey, kuramın temelini ve ana ilkelerini oluşturabilecek deneyimlerdir; Galileici epistemolojinin sunduğu ise bir kuramdan yola çıkılarak

kurulmuş olan deneylerdir. Bu deneylerin işlevi, farklı bir yerde temellendirilmiş ilkelerden çıkarılan yasaların fiziksel dünyayı açıklayıp açıklamadıklarını ortaya koymaktır.

Galilei'ye göre evrenin en temel özelliklerinden birisi de, işleyişindeki basitliktir. Bu basitlik, evrenin genel yasalarına basit fenomenlerin incelenmesi yoluyla ulaşılabilmesini sağladığı gibi (Galilei hemen her zaman bu yöntemi izleyecektir), elde edilen yasaların doğaya uygunluklarının deney yoluyla araştırılmasına da olanak verir. Oysa örneğin Descartes'ta bunun tam tersi söz konusudur. Bütün cisimlerin birbirine dokunduğu ve boşluğun olmadığı, dolayısıyla da bir cismin hareket etmesinin bütün evrenin hareket etmesi anlamına geldiği Descartes'ın evreni o kadar karmaşıktır ki, belirli bir fenomenin tek başına ele alınabilmesi mümkün değildir. Doğa yasalarının deneyle uygunluk taşıyıp taşımadıklarına da, dış etkilerin göz ardı edilebileceği bir deney düzenlemek mümkün olamayacağı için, kolay kolay karar verilemez. Galilei'nin basit evreninde deney, Descartes'ın karmaşık evrenindekinden çok daha farklı bir yere sahip olacaktır.

Galilei belki eskiçağ ve ortaçağ biliminin düzenli kozmosundan klasik bilimin sonsuz evrenine giden yolun hepsini kat edemedi. Ama insanlık tarihinde matematiksel fizik düşüncesi, daha doğrusu fiziksel dünyanın matematikselleştirilmesi düşüncesi ilk kez onun attığı dev adımlarda somutlaştı. İnsanlığın bu adımlara paha biçebilmesi ise hiç de kolay görünmüyor.

Galilei'nin teleskopla yaptığı keşifler ve Kopernik teorisine sunduğu kanıtlar*

Noel M. Sverdlow
Çev. Yusuf Öngel - Turgay Dağıstanlı

Galileo Galilei'nin gökbilim araştırmaları özgün olmanın ötesinde eşsiz çalışmalardı. Galilei, Kopernik, Tycho ve Kepler gibi gözlem yapan, modeller tasarlayan, Güneş, Ay ve gezegenlerin konumlarını belirlemek için tablolar ve takvim hesapları yapmak üzere parametreler türeten bir gökbilimci değildi. Ya da Kepler ve daha sonra Newton'un yaptığı gibi, göklerdeki hareketleri yöneten fiziksel kanunları da araştırmamıştı. Eserlerinin büyük çoğunluğu iki konuya, Aristotelesçi sistemin reddine ve Kopernikçi "Dünya Sistemi"nin savunusuna odaklanmıştı. Onun özgünlüğü, ne bulduğundan ziyade keşiflerini nasıl yorumladığındadır. Teleskopla yaptığı keşifler bile, başlı başına ne kadar çarpıcı olsalar da -ki tüm bilim tarihinde bunlardan daha çarpıcı keşifler olduğunu düşünmek bile zordur-, Galilei'nin onlardan çıkardığı sonuçlar dolayısıyla daha büyük bir ilgiye konu olmuştur ve hâlâ da öyledir. Bu sonuçların neredeyse tümü bir Aristoteles eleştirisi ve Kopernik savunusudur. Galilei'nin *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*'unda yaptığı da budur. Bununla birlikte bizim burada ilgilendiğimiz nokta, *Diyalog*'da ulaştığı sonuçlar kadar geniş kapsamlı olmasalar da, Kopernik yandaşı olmayanları çileden çıkarmaya yetmiş ilk keşifleri ve yorumlarıdır.

1608'in sonlarında Galilei'nin arkadaşı Paolo Sarpi, son zamanlarda Hollanda'da icat edilen ve uzaktaki nesneleri yakın kılan optik bir cihazla ilgili söylentiler

* Okuyacağınız makale, "*The Cambridge Companion on Galileo*" adlı kitaptan (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2006) alınmıştır. Makalenin özgün başlığı "Galileo's discoveries with the telescope and their evidence for the Copernican theory"dir. Bazı teknik bölümleri kısaltarak çevirdik.

duymuştu. Sarpi 1609 Mayısı'nda Galilei'yi bundan haberdar etmiş olmalı. Bir planokonveks lensi (bir yüzü düz, öbür yüzü dışbükey) nesneye yakın, bir planokonkav lensi (bir yüzü düz, öbür yüzü içbükey) de gözlemciye yakın mercek olarak kullanıp böyle bir şey yapmak zor değildi. Bunlar bir tüpe yerleştirildiğinde elde edilen 3x ya da 4x büyüklüğünde dikine görüntü veren küçük bir teleskoptur. Galilei bunun daha iyisini istiyordu ve lensleri bilemeyi ve cilalamayı öğrenerek Ağustos ayında 8x ya da 9x'lik bir cihaz yaptı. Buna "perspicillum" adını verdi ve Sarpi aracılığıyla, cihazın uzaklardaki gemileri saptamaya yarayabileceğini gözden kaçırmayan Venedik Senatosu'nda bir gösteri ayarladı. Böylelikle Galilei cihazın üretim imtiyazlarını, sadece üniversitedeki konumunun yükseltilmesi karşılığında Venedik Cumhuriyeti'ne devretti (Cihazın mucidinin Galilei olmaması ve Venedik'in başka yerde üretimi engellemesinin çok zor olduğu düşünülürse, bu biraz tuhaf bir durumdur). Galilei bu isteğini elde etti. Maaşı 1000 florin yapılarak yaklaşık iki katına çıkarıldı, ama bir yıl sonra donduruldu. Bunun üzerine Galilei eski öğrencisi Cosimo de'Medici'ye çok güzel bir teleskop göndererek Floransa'da saraya tayin edilmesi için teklifini yeniledi. Kısa bir süre sonra Cosimo için daha görkemli bir hediye hazırlamıştı.

1610 yılının başında 20x'lik bir teleskop yapmıştı, fakat bundan önce gökyüzünü gözlemlemeye başlamıştı. Ama henüz, daha önce hiç görülmemiş olanı görmesine izin veren, teleskopun ışığı toplama ve ayrıştırma gücünün sağladığı büyütme özelliğinden yoksundu. Yaklaşık iki ay içinde, Aralık ve Ocak aylarında, o zamana, hatta bugüne dek kimse tarafından gerçekleştirilememiş türden, dünyayı değiştiren keşifler yaptı. Ay'ın engebeli yüzeyiyle başladı, sayılamayacak çoklukta yıldızlarla devam etti ve Ocak ayının başlarında Jüpiter'in uydularını keşfetti. Bu keşif sonrasında, teleskopu Jüpiter'e çevirme fikri kimsenin aklına gelmeden bulgularını yayımlamaya karar verdi. Daha sonradan Simon Mayr, Jüpiter'in uydularını aslında 1609 Aralığı'nda kendisinin gözlemlediğini iddia etti. Fakat 1614'e kadar yayımlamamıştı ve bu yüzden iddiası pek itibar görmedi. Galilei son gözlemini 2 Mart'ta yaptı ve 13 Mart'ta Venedik'te Dördüncü Toskana Grandükü Cosimo II Medici'ye ithaf ettiği *Sidereus Nuncius* (*Yıldızların Habercisi*) adlı eserini yayımladı. Kitapta, Jüpiter'in dört uydusunu Grandük'e atfen "Medici Yıldızları" olarak adlandırmıştı. Birkaç hafta içinde Galilei'nin keşifleri bütün Avrupa'da bilinir oldu. Haziran ayında Padua'daki görevini bıraktı ve eğitmenlik görevinden muaf tutularak Pisa Üniversitesi'nin matematik bölümünün başına getirildi. Toskana Grandükü'nün filozofu ve matematikçisi oldu. Gözlemlerine devam etti ve aynı yıl içinde Satürn'ün kendine özgü şeklini, Venüs'ün evrelerini ve Güneş üzerindeki biçimsiz, hareketli görünen lekeleri keşfetti. Jüpiter'in uydularının evreleriyle birlikte bu keşiflerin tümünü, 1612'de yayımladığı *Discourse on Bodies in Water* (Sudaki Kütleler Üzerine Konuşma) eserinin önsözünde anlattı ve daha sonra 1613'te, genellikle *Letters on Sunspots* (Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar) olarak bilinen *History and Demonstrations Concerning Sunspots*'ta (Güneş Lekeleri Hakkında Tarihçe ve Kanıtlar) daha detaylı olarak ele aldı.

Sidereus Nuncius'un (Yıldızların Habercisi) yayımlanışının ardından geçen bir yıl içinde, Galilei Avrupa'nın en ünlü doğa filozofu oldu. 1611 baharında yaptığı Roma ziyareti onun için bir zafer niteliğindeydi. Devlet adamı, teolog ve Kut-

sal Makam Topluluğu'nun üyesi olan, aynı zamanda Collegio Romano'nun başında görev yapan Kardinal Rupert Bellarmine (1542-1621), matematikçilerine Galilei'nin keşifleri ile ilgili görüşlerini sordu ve onlar da her birini tek tek onayladılar. Gösterdikleri dayanak, Rahip Clavius'un ayın yüzeyinin engebeli olmadığı ama bazı kısımlarının daha sert ve yoğun, bazı kısımlarının ise daha yumuşak ve gevşek olduğu şeklindeki düşüncesiydi. Galilei'nin daha evvel mektuplaştığı, dönemin İtalya'sının en önemli gökbilimcisi Christopher Clavius (1537-1612), *Comments on the Sphere of Sacrobasco* (Sacrobasco'nun Küreleri Üzerine Yorumlar) adlı kitabının ölümünden sonra yayımlanan son baskısında, bu keşiflere aklının yatmasının biraz zaman aldığını ve bunları gereğince yorumlamak için biraz daha zamanı olmasını dilediğini söylemişti. Galilei, Roma'da Clavius ve Bellarmine ile tanıştı. Collegio'da kendisi için düzenlenen bir ziyafette keşiflerinin onuruna yapılan bir söylev ile onurlandırıldı. Ayrıca 1613'te Galilei'nin *Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar*'ını ve ondan 10 yıl sonra da *The Assayer*'ını (Ayarcı)yayımlayacak olan Federigo Cesi'nin (1585-1630) Academi dei Lincei'sine (Vaşaklar Akademisi) altıncı üye olarak seçildi. Galilei bu şöhretten oldukça memnundu ve bu tarihten itibaren imzasını Galileo Galilei Linceo olarak atmaya başladı.

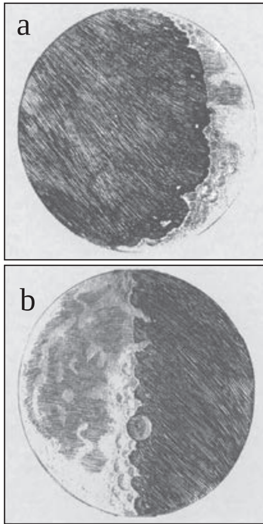
Galilei'nin keşifleri dünyayı değiştirdi, ama elbette bu keşiflerle birlikte ilk değişen Galilei'nin kendisi olmuştu. Önceleri bir Kopernik yandaşıydı ve Aristoteles'i eleştirirdi, fakat bu konularda en azından kendi adıyla hiçbir şey yayımlamamıştı. Sonradan Kopernikçi kuramın İtalya'daki en büyük destekçisi ve Aristoteles fiziğinin tüm dünyadaki en sert karşıtı oldu. Dolayısıyla, bu noktada hasımdan yana hiç sıkıntı çekmedi. Galilei'nin dönüşümü çabuk oldu. *Sidereus Nuncius*'da kesin suretle gezegenlerin Güneş'in çevresinde döndüğünden söz etti. *Dünya Sistemi*'nde ise dünyanın da bir gezegen olduğunu gözler önüne serecekti. Venüs'ün evrelerinin keşfinin ardından, *Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar*'ın özellikle üçüncü mektubunda Güneşmerkezli kuramın doğru olduğunu esas aldı. Galilei'nin teleskopla yaptığı keşiflerin Güneşmerkezli kuramı kanıtlamaya tek başına yetmediği bir gerçek olsa da -ki çok yaklaştığını düşünmesine rağmen, bunu kanıtladığını kendisi de açık bir şekilde iddia etmemiştir-, bu teori lehine pek çok kanıt sağladılar ve pek çok itirazı da geçersiz kıldılar. Galilei'nin keşifleri, Kopernik kuramının kanıtları olarak ne kadar önemliyse, Aristoteles'in, gökcisimlerinin dairesel hareketlere sahip olmaları nedeniyle mükemmel ve değişmez oldukları ve Dünya'ya hiç benzemedikleri şeklindeki kuramına karşı sağladıkları kanıtlar açısından da önemlidir. Kopernik lehine kanıt olmaları bugün daha fazla üne sahip olsa da, görünen o ki, Galilei'nin çağdaşlarını daha çok rahatsız eden şey, bunların Aristoteles'e karşı olmalarıydı. Galilei, Dünya ve Ay arasındaki benzerliklerle ilgili kanıtlarının nereye varacağını bal gibi biliyor olsa da ve *Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar*'daki yıkıcı polemikler kısmen Aristoteles'in göklerin mükemmelliği görüşüne yönelmiş birer saldırı olsa da, *Yıldızların Habercisi*, açıkça Aristoteles'e karşı değildi. Gerçekten de Galilei'nin keşifleri dünyayı değiştirdi ve her birinin, en büyük destekten en büyük düşmanlığa kadar her türlü tepkiyi alması hiç de şaşırtıcı değildi. Bir tarafta, 1610'da coşkulu ve düşsel *Conversation with the Sidereal Messenger*'ı (Yıldızların Habercisi ile Konuşma) ile kendini savunan Kepler ve Galilei'nin kısa bir zaman sonra Galilei'ciler diye anılmaya

başlanacak öğrencileri ve arkadaşları vardı. Öteki tarafta ise filozoflar ve evet, bu gözlemlere inanmayı reddeden ya da kendilerini rahatsız eden sonuçlarını izah etmenin yollarını arayan, Collegio Romano'nun eğitimli ve görgülü Cizvitleri de dahil olmak üzere gökbilimciler vardı.

Galilei'nin keşifleri ve genel olarak bu keşiflerin etkilerine değindik. Şimdi, Galilei'nin 1632'deki *Dialog*'una kadar bunların anlamını tümüyle tartışmadığını unutmadan, detaylı olarak ele alalım.

Ay gözlemleri

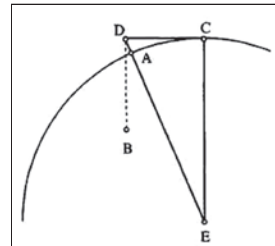
Galilei teleskopunu ilk olarak Ay'a çevirdi. Ay'ın yükseltiler ve düzlüklerle dolu engebeli bir yüzeyi olduğunu gördü. Özellikle de Ay'ın aydınlık ve karanlık kısımlarını ayıran ara çizgiyi incelediğinde, bu çok belirgindi. Çünkü tıpkı yükselen Güneş'in ışığının ilk olarak dağların doruğuna ve sonra kademe kademe çevresindeki düzlüklere vurması gibi, karanlıkta ara çizgiye doğru yavaşça genişleyen ışık noktaları görülüyordu. Bunları çizerek Yeniay ve dördün evrelerini gösteren beş çizim elde etti. Bu çizimlerden Şekil 1'de görebileceğiniz ikisi tam bir doğrulukla olmasa da dikkate değer bir gerçeklikle, karanlık kısımdaki ışık noktalarını, Ay denizleri ile yükseltiler arasındaki net ayrımları ve krater olarak bildiğimiz bir dizi dairesel şekli gösteriyor. Şekil 1b'de abartılarak resmedilmiş olan Albategnius krateridir. Diğer bölgeler de tanımlanabilir; soldaki geniş karanlık bölge Fırtınalar Okyanusu (Oceanus Procellarum), karanlık yarıya doğru uzanmış Durgunluk Denizi'nin (Mare Serenitatis) aydınlık sınırıyla birlikte, daha yukarıdaki kaba ve pürüzlü dairesel bölge Yağmurlar Denizi'dir (Mare Imbrium). Tabii ki bu geniş bölgeler bir teleskop olmadan da görülebilir, fakat bu kadar detaylı olmaz. Galilei ışık alan bir yerin ara çizgiden tahmini uzaklığını Ay'ın çapının 1/20'si olarak hesaplayarak, gözlediği bir dağın yüksekliğinin dört mili aştığını saptadı.



Şekil 1

Bu yolla, Şekil 2'de, dördün haldeki Ay üzerinde karanlık kısımda bulunan, D'deki uzantıya iz düşüren aydınlık bir B noktası farz edelim. Ay'ın yarıçapına (CE) 1000 mil ve DC mesafesine DC = (1/10) CE = 100 mil diyelim. Öyleyse DE = $(CE^2 + CD^2)^{1/2} \approx$ 1005 mil ve DA dağının yüksekliğine DA = 5 mil (Galilei DA>4 mil demiş) diyebiliriz. Galilei, bu dağların Ay'a neden tıpkı dişli bir tekerlek gibi düzensiz ve engebeli bir kenar görüntüsü vermediğini açıklamak için, dağların yükseltilerinin üst üste binip çakışarak düz bir eğri oluşturduğunu ve dahası Ay'ın tıpkı Dünya gibi buharsı bir küre tarafından çevrelendiğini söyler.

Şekil 2



Galilei ayrıca yıllar evvel çözmüş olduğu Ay'ın ikinci ışığı sorununu tartışma fırsatını da değerlendir-

di. Ay, yeniay evresinde iken Ay'ın gövdesinin karanlık bölgesi de hafifçe, iyi bir teleskopla büyük lekelerin görülmesine elverecek kadar aydınlanır. Bu etki Ay dördün evresine girdiğinde ortadan kalkar. Şekil 1a'nın karanlık kısmındaki göl-gelendirmenin düzensizliği, ikinci ışığın etkisini göstermeyi amaçlıyor olabilir. Galilei ikinci ışığın kaynağının, Ay'ın esas ışığı, Venüs veya yıldızlardan vuran ışık ya da Ay'ın kütlesinden geçen güneş ışığı olduğunu ileri süren bazı yanlış iddiaları çürüttükten sonra, kaynağın Dünya'dan yansıyan ışık olduğunu açıklar. Tıpkı Ay'ın Dünya'yı geceleri tamamen aydınlattığı zamanlar gibi, Dünya da Ay'ı neredeyse tamamen aydınlatır. Galilei bunu *Diyalog*'unde daha detaylı açıklaya-cağını ekler (*Diyalog*'da muhakeme ve deney yoluyla Dünya'nın Güneş ışığını çok güçlü yansıttığını gösterecektir); ışıksız ve hareketsiz olduğunu düşünerek Dünya'yı yıldızların toplu dansının dışında tutanlara karşı, doğadan edindiği sa-yısız kanıtla Dünya'nın bir gezegen olduğunu ve Ay'dan daha parlak olduğunu ispatlar. *Yıldızların Habercisi*'nde Dünya'nın hareketiyle ilgili en doğrudan ifade budur ve bunun Ay'ın ikinci ışığıyla ilişkili olması çok önemlidir. Galilei bunu Dünya'nın bir gökcismi olabileceğine dair çok önemli bir kanıt olarak görür.

Tüm bunlardan anlaşılması gereken şey, Güneş'ten gelen ışıkları yansıtan bir gökcismi olarak Dünya'nın da Ay gibi olduğu ve Ay'ın da göklerin beşinci ele-menti denilen şeyden değil, tıpkı Dünya gibi katı maddelerden oluşan sert bir cisim olduğudur. Bu iddia aslında pek de yeni değildi. Antik dönemden beri Ay'ın Dünya gibi olduğuna ve Ay'da yaşam olduğuna dair görüşler vardı. 1606'da takma isimle yayımlanan ve yeni bir yıldız üzerine tartışmalara yol açan bir eser olan "Considerations of Alimberto Mauri"de Galilei, dördün evresinde ara çiz-ginin bozukluğunu Ay'da büyük dağlar ve düz alanlar olduğunun kanıtı olarak göstermişti. Kepler ise, şüpheli dairesel şekillerin, Güneş'in kavurucu sıcağından kendilerini korumak amacıyla Ay'da yaşayanlar tarafından inşa edildiğini düşü-nüyordu. Teleskopun icadından birkaç yıl önce Michael Maestlin Ay'da yağmur bulutları gördüğünü iddia etmişti. Fakat tüm bunlar hayal ürünüydü. Galilei bunların hiçbirine itibar etmedi, fakat Aristotelesçi gökler teorisinin sonunun geldiğini ya da en azından ciddi darbe aldığını hissediyor, katı ve dünyaya benze-yen Ay, Dünya'nın etrafında dönüyor ise, parlak ve Ay'a benzeyen Dünya'nın da Güneş çevresinde dönüyor olabileceğini biliyordu. Galilei'nin hiçbir keşfi, Ay'ın pürüzlü yüzeyi ve ikinci ışık açıklamasından daha çok düşmanlık görmedi ve çürütülmek için bu kadar mantıksız girişimle karşılaşmadı. Tartışma, *Yeni Ahit*'te Vahiy 12.1-2'de yer alan ve hamile bir kadını yeni ay evresindeki Ay'ın üzerin-de 12 yıldızlı bir taçla gösteren *günahsız gebelik* ikonografisindeki, geleneksel anlayışa göre pürüzsüz, kusursuz ve hatta yarısaydam Ay tasviriyle; Galilei'nin pürüzlü, lekeli ve mat Ay tarifi arasındaki uyuşmazlığa kadar vardı.

Yıldızlar

Galilei yıldızları gözlemlerken onların yayılımının Ay ve gezegenlerden çok daha küçük olduğunu fark etti. Teleskopun, yıldızların dıştan gelen ikinci ışığını önleyerek onları daha önce düşünüldüğünden çok daha küçük gösterdiği sonu-cuna vardı. Halbuki beş-altı parlaklık derecesinde çok parlak bir yıldız, Sirius'a eşit büyüklükte görünüyordu. Yıldızların "ışımasının" ortadan kaldırılması,

Galilei'nin sonraki çalışmalarında yeniden dönerek açıklamalarını belirginleştirdiği ve genişlettiği en önemli keşiflerinden biriydi. Buna rağmen şaşırtıcı bir şekilde, parlaklık derecesinde altı derece daha parlak olan daha donuk sayısız yıldız görüldü. Orion'da bir-iki derecelik bir aralık içerisinde beş yüzden fazla yeni yıldız keşfetti ve bunları resimlemek için de Orion'un kemer ve kılıcındaki dokuz temel yıldızın etrafına 80 ve altı Ülker yıldızının yarım derece içerisine de 36 yeni yıldız çizdi. "Nebulous" adı ile Batlamyus'un yıldız katalogunda listelenmiş olan Orion'un başı ve Yengeç'teki Arıkovanı yıldız kümesinin, birbirine çok yakın bir sürü küçük yıldızdan oluştuğu anlaşıldı. Hepsinden önemlisi, ne olduğu üzerine uçsuz bucaksız tartışmalara sebep olan Samanyolu'nun, kümeler halinde sayılamayacak kadar yıldızı barındırdığı görüldü.

Yıldızların boyut olarak küçük görünmeleri, çok çeşitli parlaklıklarda ve sayılamayacak çoklukta olmaları Galilei'nin en başarılı ve olasılıkla en önemli keşifleridir. Yıldızlar yakın mesafede, mesela Satürn'ün ötesindeki çok küçük cisimler mi, yoksa bilinmeyen çok uzak mesafelere dağılmış bilinmeyen büyüklükteki cisimler midir? İkinci yorumu kabul ettiğinizde, hâkim anlayıştaki göksel kürenin günlük devri imkânsızın ötesinde mantıksız hale geliyor ve dahası Dünya'nın Güneş etrafında döndüğü fikrine karşı getirilen, "Peki yıldızların pozisyonlarında neden belirlenebilir bir etki görülmüyor" şeklindeki tümüyle gökbilimsel itirazı geçersiz kılıyordu. Ancak, üzerinde insanların yaşadığı sayılamayacak kadar çok dünyanın olduğu sonsuz bir evren fikrini savunan Bruno'nun başına gelenlerden sonra, konu daha hassas bir hal almıştı ve Galilei *Diyalog*'da da belirttiği üzere konuya ihtiyatlı yaklaştı. Yine de Galilei'nin yıldızları gözlemesinin, modern kozmolojinin sayısız yıldızdan ve muazzam uzaklıklardaki yıldız sistemlerinden oluşan evren kavrayışına yönelmiş ilk adım olduğuna hiç şüphe yoktur.

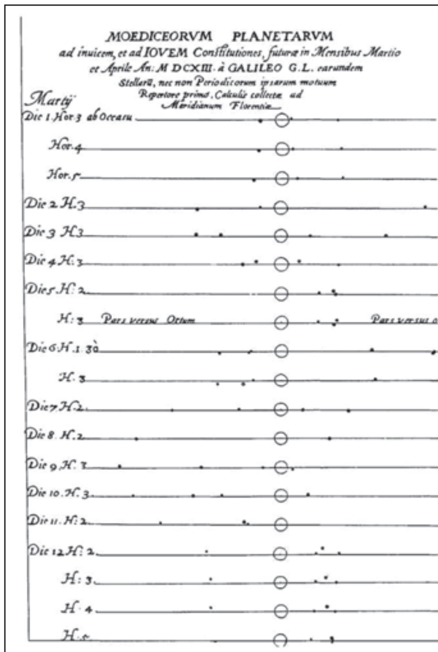
Jüpiter'in uyduları

7 Ocak 1610'da Galilei Jüpiter'i gözlemledi ve gezegenin doğusunda iki, batısında yörünge düzlemine paralel çizgide ise bir tane küçük parlak yıldız olduğunu keşfetti. Ayın 8'inde yıldızların üçü de batıya doğru bir çizgi üzerinde eşit aralıklarla konumlanmıştı. Galilei Jüpiter'in doğuya hareket etme ihtimalini düşündü, tablolara ve gök takvimi hesaplamalarına göre Jüpiter, batının tersi yönünde hareket ediyordu. Ayın 9'u bulutluydu, fakat 10'unda iki yıldız doğudaydı ve üçüncüsü, Galilei'nin tahminine göre Jüpiter'in arkasına gizlenmişti. Bu noktada hayretle, hareketin Jüpiter'e değil bu küçük yıldızlara ait olması gerektiğini fark etti. Galilei sonraki gece 11 Ocak'ta sonuca vardığını söyler: üç yıldız, tıpkı Venüs ve Merkür'ün Güneş etrafında dönmesi gibi, Jüpiter'in etrafında dönüyordu (Stillman Drake'in ortaya koyduğu bulgulara göreyse, bu sonuca ayın 15'ine kadar ulaşamamıştır). 13 Ocak'ta dördüncü bir yıldız tespit etti ve bunların hiçbirinin yıldızlar gibi ışıldamadığını fark etti. Dördünün de Jüpiter etrafında döndüğü, 2 Mart'a kadar süren gece gözlemleri boyunca, Jüpiter'e ve birbirlerine olan uzaklıklarının Jüpiter'in görünen çapına göre ölçülmesiyle, boyut ve parlaklıklarının tahmini ölçümüyle ve 26 Şubat'ta yakınlarda görülen bir yıldızın yanından geçmeleriyle onaylandı. Galilei bu dört yıldızın gerçekten Jüpiter etrafında döndüğünü hiçbir şüpheye yer bırakmadan göstermek istediği için,

gözlemlerindeki çeşitli dizilişleri gösteren 65 çizim yayımladı. Bu yıldızların mesafelerini ve görüntüdeki boyutlarından farklı olarak boyutlarını belirtmek için, yıldızları açık bir dairesel yörüngede dizilmiş halde çizmişti. Son beş çizimde ise, yıldızların yakınındaki sabit yıldızı gösteriyordu. Boyut ya da parlaklıklarındaki değişimler, Galilei'ye göre, Jüpiter'in Ay ve Dünya gibi, yıldızların ışığını bulanıklaştıran bir buhar küresiyle çevrelenmiş olmasından kaynaklanıyordu.

Jüpiter'in uyduları, başta Galilei olmak üzere herkes için büyük sürpriz oldu (Ay bizim için var olduğuna göre, bu yıldızların da Jüpiter'de yaşayanlar için var olması gerektiği sonucuna varan Kepler hariç). Teleskopun kendisinin güvenilirliği şüpheli olduğundan ve uydular sadece oldukça iyi bir teleskopla görülebildiğinden, Galilei'nin gözlem raporları ve 65 diyagramından sonra bile, hâlâ uyduların varlığına dair şüpheler vardı. Aristotelesçi Cesare Cremonini teleskopla bakmayı bile reddetmişti, ama yine de Galilei uyduların varlığını halka açık derslerde tüm Padua Üniversitesi'ne kabul ettirmekle harika bir iş çıkardığını düşünüyordu. Ancak uyduları Bologna'da Giovanni Antonio Magini'ye göstermeye çalışırken bu kadar başarılı olamadı. Magini, Galilei'nin teleskopuyla bile uyduları göremedi. 1610 yılının sonunda Magini'nin ve Collegio Romano gökbilimcilerinin yaptığı dahil bir dizi bağımsız onaylamalar oldu ve uyduların varlığı tam olarak kabul edildi. "Satelles" (önemli birinin takipçisi) sözcüğünden gelen uydu (satellite) sözcüğü, ilk kez 1611'de bir laf arasında Kepler tarafından kullanıldı. Galilei "gezegen", "yıldız" veya "küçük yıldızlar" diyordu. antikçağdan beri bilindiği haliyle gezegen sistemine eklenen ilk gökcisimleri olmaları bir yana, bu uyduların önemi, bir gezegenin hareket edebildiğini ve uydularının olabileceğini göstermeleriydi. Zira Jüpiter bariz bir şekilde hareket halindeydi ve bu, Kopernikçi teoriye mantıksal bir eleştiri olarak getirilen, Ay Dünya'nın etrafında dönerken, Dünya'nın da Güneş'in etrafında dönmesinin saçma olduğu şeklindeki düşünceye yanıt oluyordu.

Şekil 3



Yıldızların Habercisi'nin yayımlanmasından sonra Galilei uyduları incelemeye devam etti ve uyduların kavuşum periyotlarını belirlemeye koyuldu.

Galilei 1613'ün başlarında uydularla ilgili kuramını tamamladı ve ispat olarak 1 Mart-8 Mayıs arasında Jüpiter'in uzanımlarını gösteren bir çizelge hazırladı. Şekil 3'de ilk bölümü görülen bu çizelge *Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar*'da üçüncü mektuba ek olarak yayımlandı. Bir dipnotta, Jüpiter'e çok yakın oldukları dönemde, "ışınım" yüzünden uyduları gözlemenin güçlüğünü tartıştı. Jüpiter'de ortaya çıkan dört eklipsi açıklayarak tarihlerini ver-

di. Eklipslerin oluşmasının ve sürelerinin, Dünya'nın yıllık hareketine, Jüpiter'in enlem açısına ve uydunun Jüpiter'e olan mesafesine bağlı olduğunu belirtti. Eklipsler ve okültasyonlar arasındaki ayrımı, Dünya'nın yıllık hareketinin bir delili olarak gördü. Bu doğruydu da, çünkü bu ayrımı, Batlamyus kuramına göre Jüpiter'in taşıyıcı episikli üzerindeki hareketine, Brahe'nin kuramına göre ise Güneş'in Dünya çevresindeki hareketine dayandırarak açıklamak, her ne kadar mümkün olsa da, fazlasıyla hantal ve külfetliydi. Galilei'nin uydu kuramı üzerinde çalışmasının bir de pratik amacı vardı. 1612'de İspanyol hükümetine sunduğu bir teklifin gereği olarak meridyeni saptamayı amaçlıyordu. Prensip şuydu; eğer Jüpiter'in uydularıyla ilgili, okültasyon ve eklipslerde olduğu gibi özdeş bir olay değişik konumlardan gözleniyorsa, yerel saatteki farklılık coğrafik boylamlara karşılık gelmeliydi. Bu yolla, bir olayın diyelim ki Floransa'nın meridyeni için hesaplanmış tablo ve çizelgeleri, olayın gözlendiği bir başka noktanın Floransa'yla arasındaki boylam farkının saptanmasına imkân verir. İspanya'yla pazarlıklar ve bu proje için 1613'den 1619'ya kadar sürdürdüğü çalışma, yapılan yaklaşık 2000 gözlem, kâğıtlara düşülmüş sayısız hesaplama Galilei'nin yıllarını aldı. 1636'da aynı projeyi Hollanda'ya da önerdi, ama oradan da bir şey çıkmadı. Ama bu fikir 18. yüzyıl gökbilimcilerinin dikkatini çekecek ve Jüpiter'le dört uydusunun oluşturduğu bu büyük sistem üzerine çalışmaların çoğunda izleri görülecekti.

Satürn

Galilei 25 Temmuz 1610'da Satürn gözlemleri sırasında, Satürn'ün her iki yanında kendisine neredeyse değen ve hiç hareket etmeyen iki küçük yıldızın olduğunu keşfetti. Buluşunu bir anagramla Kepler'e bildirdi, ama Kepler Mars'ın iki uydusundan söz edildiğini sandı. Bu konuda yayımlanan ilk açıklama 1612'de *Sudaki Kütleler*'in önsözünde yer aldı, ama yıl sona ermeden küçük yıldızlar görünmez oldu. Galilei, *Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar*'ın üçüncüsünde, yıldızların 1613'te tekrar görüneceğini söyledi ve söylediği gerçekleşti. 1616'da ise şekillerinin değiştiğini, daha sonra "kulp" diye adlandırılacak olan şekle benzediklerini fark etti. Küre şeklinde olmadıklarını görerek, 1626'da yeniden kaybolacaklarına dair bir tahminde daha bulundu ve haklı çıktı. Görüntülerindeki değişimin Satürn ve Dünya'nın dizilişiyle ilgili olduğunu düşündü ve Kopernik'in kuramına kanıt olarak gördü. Huygens'in doğru bir açıklama getirerek Satürn'ün gezegene temas etmeyen, yörünge düzlemine eğimli, ince, yassı bir halkayla çevrili olduğunu ileri sürmesi ise 1659 yılını buldu.

Venüs'ün evreleri

1610 yılında, Galilei'nin tam olarak açıklayabildiği bir başka keşfi gerçekleşti: Venüs'ün görünümü. Eğer Venüs, Batlamyus kuramının söylediği gibi Güneş'in ardında olsa, Dünya'dan gözlendiğinde daima büyük ya da küçük bir Yeniay olarak görülürdü. Eğer önünde olsa her zaman disk şeklinde görünürdü. Ama eğer, Kopernik'in ve Brahe'nin kuramlarında olduğu gibi, Güneş'in çevresinde hareket ediyor olsa, büyük kavuşuma yaklaştığında aldığı küçük yuvarlak bir disk şeklinden, Dünya'yla Güneş arasına gireceği konuma yaklaşırken büyük bir Yeniay şekline dönüşüm geçirirdi. Galilei'nin Venüs'ün evreleriyle ilgili buluşu,

Ekim ve Aralık ayları arasında, gözlemlerini bildirdiği eski öğrencisi Benedetto Castelli'den bununla ilgili bir mektup aldığı dönemde gerçekleşmiştir. Galilei'nin, bu mektuba kadar Venüs'ün evrelerinin önemini anlamadığı iddia edilir, ama bu iddia evrelerin dizilişini görebilmek ve iki ya da üç muhtemel düzeni elemek için gereken zamanı göz ardı etmektedir.

Venüs'ün evreleriyle ilgili bulguların önemi bugünden bakıldığında daha açık ve kesin anlaşılmıştır, çünkü Venüs'ün, belki de Merkür'ün Güneş'in çevresinde hareket ediyor olması gerektiği anlamına gelir. Galilei daha sonuca ulaşmadan önce, 11 Aralık'ta Kepler'e "*Aşkların anası, Cynthia'nın (ayın) görüntüsüne özeniyor*" şeklinde bir anagram göndermişti. Kepler daha sonra Galilei'ye yanıt olarak, şaşırdığını ve çok parlak olduğu için Venüs'ün kendinden ışıklı olduğunu sandığını söyledi. Galilei 30 Aralık'ta Peder Clavius'a, Venüs'ün ve diğer bütün gezegenlerin Güneş'in ışığı sayesinde parladıklarını ve Güneş'in, "şüphe götürmez bir şekilde, bütün gezegenlerin deveranının merkezi olduğunu" yazdı. Venüs'ün evrelerinden ilk olarak *Sudaki Kütleler*'in önsözünde söz etmiş ve *Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar*'ın üçüncüsünde Venüs'ün görünen çapının, en uzak noktada Güneş'in çapının iki yüzde biriyle, en yakın noktada en az 6 katı arasında değiştiğini bildirmişti. Gerçeğe çok yakın bu rakamları, muhtemelen Jüpiter için de kullandığı basit bir mikrometreyle hesaplamıştı.

Güneş lekeleri

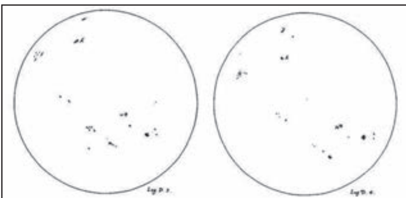
Galilei, teleskop yardımıyla güneş lekelerini gören, onların Güneş'in üzerinde oldukları ve Güneş'in kendi ekseninde döndüğünü gösterdikleri sonucuna varan ilk kişi değildi. Bu konuda Johann Fabricius 1611'de bir kitap yayımlamıştı. Galilei gözlemlerine 1610'da başlamış, ertesi yıl bunları Roma'da göstermiş, sonraları Castelli'nin desteğiyle, Güneş'in hareketleri ve değişen görünüşleri konusunda etraflı çalışmalar yürütmüş, fakat böylesi karmaşık bir konuda kendi düşüncelerini açıklamaktan çekinmiştir. Bunlardan, *Sudaki Kütleler*'in önsözünde, Güneş'in döndüğü ya da Merkür'den daha küçük uzanımlarla Güneş'in etrafında dönen ve sadece Güneş'in ters tarafından bakıldığında görünür olan başka gezegenlerin var olduğu konusunda güçlü bir tez olarak kısaca söz ediyordu. İkinci baskıya eklenen bir paragrafta, devam ettirdiği gözlemler sonucunda, lekelerin Güneş'in gövdesine bitişik olduğuna ve Güneş'le birlikte dönüşlerini yaklaşık bir Ay ayı (yaklaşık 29,5 gün) süresinde tamamladıklarına ikna olduğunu ve bunun "büyük bir olay" olduğunu söylemiştir.

Onu daha ciddi yayınlara iten ise, Augsburg'ta 1612'nin başlarında "resmin ardına gizlenmiş Apelles" rumuzuyla yazılmış, Marcus Welser tarafından yayımlanan *Güneş Lekeleri Üzerine Üç Mektup* isimli kitapçık olmuştur. Mektuplar Welser'e 1611 yılının Kasım ve Aralık aylarında, İngolstadt'ta profesör olan Cizvit papazı Christopher Scheiner tarafından, tarikatın yanılıp utanç kaynağı olma uyarısıyla takma bir isimle gönderilmişti. Scheiner, Güneş'in üzerinde Ay'ın karanlık bölgelerinden daha karanlık lekeler bulunmasına ihtimal vermiyor ve lekelerin düzenli bir şekilde aynı konumlarına gelmemesinin, Güneş'in gövdesi üzerinde olmadıklarını kanıtladığını düşünüyordu. Buna karşılık, Galilei'nin de dikkate aldığı ve reddettiği bir ihtimal olan, lekelerin Güneş'in çevresinde hare-

ket eden Merkür ve Venüs gibi küçük gezegenler olduğuna inanıyordu. Bununla ilgili tezlerinden biri, Güneş'in merkezine yakın lekelerin büyük olduğunu, fakat dış kenara yaklaştıkça, Venüs'ün yeniay evresindekine benzer bir şekilde, küçük gezegenin bir bölümünün aydınlandığını ve Güneş'in karşısından görülemediği için inceldiğini iddia ediyordu. Nitekim Venüs'ün evrelerinin farkındaydı ama aynı zamanda bunun, Venüs'ün Güneş çevresinde döndüğüne dair bağımsız ve mükemmel bir kanıt olduğuna inanıyordu.

Galilei, Mart ayının sonlarında, Welser'den görüşlerini soran bir notla birlikte Apelles'in mektuplarını aldı. Welser, Galilei'nin mektuplarla aynı fikirde olacağını sanıyordu ama gerçekte pek az şeyden haberdardı. Galilei Mayıs ve Ekim'de yazdığı iki mektupla yanıt verdi ve Apelles'in *Güneş Lekeleri ve Jüpiter'in Çevresinde Dolanan Yıldızlar Hakkında Daha Kesin Bir Araştırma* isimli ilk mektubuna yazdığı yanıtın ardından, Aralık ayında üçüncü bir mektup daha kaleme aldı. 1613'te Accademia dei Lincei tarafından yayımlanan, Galilei'nin *Güneş Lekeleri Hakkında Tarihçe ve Kanıtlar* adlı kitabı bir bilim ve sövgü başyapıtıdır. Galilei'nin esas sinirine dokunan, Scheiner'in güneş lekeleriyle ilgili yalan yanlış açıklamaları ve bir geçişin olmamasının, Venüs'ün Güneş'in etrafında döndüğünün başlı başına bir kanıtı olduğu şeklindeki kendini beğenmiş imaları değildi. Asıl kızdığı şey, kendisi Venüs'ün evrelerini bu kadar dikkatle izliyorken ve Scheiner'in bunlardan hiç haberi yokmuş gibi büyüklük taslayan açıklamalarla, Venüs'ün görünen çapında büyümeyi reddedip geçişin yokluğunu bir kanıt olarak kullanmasıydı. Venüs'ün yine de Güneş'in üstünde veya kendi ışığını kullanıyor olabileceğini vurguluyordu ki, her iki ihtimalin de yanlış olduğu ancak Venüs'ün evrelerine bakılarak reddedilebilirdi.

Güneş lekelerinin, gezegenler gibi karanlık kütleler ya da Scheiner'in de düşündüğü gibi Ay'ın karanlık bölgelerinden daha karanlık olamayacağını söylüyordu; çünkü gerçekte karanlık bile değillerdi, yalnızca Güneş'in zıt yönünden bakıldığında koyu ya da karanlık görünüyorlardı. Galilei'nin iddiasına göre güneş lekeleri her ne iseler, Güneş'in kütlesi boyunca hareketleri sırasında değişen hızlarından ve aralarındaki mesafelerinden ve kenara doğru geldikçe daha küçük görünmelerinden de anlaşılacağı üzere, daha sonra ispatlayacağı gibi, Güneş'in yüzeyindeydiler. Güneş'in üzerindeki ekvator çizgisinin 30 dereceye kadar olan bölümünde göründüklerini, gezegenlere göre oldukça düşük olan aynı açısal hızla hareket ettiklerini -Güneş'in kendi etrafında dönüş süresinin yaklaşık 1 ay olduğunu tahmin ediyordu-, kayda değer bir düzensizlikle bir görünüp bir kaybolduklarını ve bir gezegen için çok büyük muazzam boyutlarda olabileceklerini belirtiyordu. İkinci mektupta bu lekeler, Castelli tarafından bulunan yöntemle Güneş'in resminin karanlık odada bir kâğıt üzerine yansıtılmasıyla, 1612 yılının Haziran ve Ağustos ayları arasında yapılmış gözlemlere dayanarak hazırlanmış çizimlerle 36 kalıp halinde resmedilmiştir. Şekil 4, 3 ve 4 Temmuz için yapılmış olan, lekelerin hareketini, küçülmelerini ve görüntülerindeki



Şekil 4

değişimleri açıkça sergileyen çizimleri göstermektedir. Bütün bu buluşların, Aristoteles'in göklerin mükemmeliyeti ve değişmezliğine dayanan görüşleriyle ilgili ne ifade ettiğinden neredeyse hiç söz edilmemişken, Galilei, Aristoteles'in kitaplarından başını kaldırmayan filozoflara iğneleyici ağır sözlerle bunu yapar. Mektuplar sadece güneş lekeleriyle sınırlı değildi, Jüpiter'in uydularının konumu konusundaki Kopernikçi tahminleri, teleskopla yaptığı diğer buluşları ve daha sonraları haklı bir şekilde ünlenen bilimsel yöntemler hakkındaki tartışmaları da içeriyordu. Bunlar, bilimsel olarak karşı konulmaz, dahice, iğneleyici, nükteli şeylerdi ve Apelles'i aptal durumuna düşürmüştü. Galilei, gerçekten de yetkin bir bilimadamı olan ve daha sonra yazdığı *Rosa Urbina* adlı dev eserinde, lekelerin Güneş'in yüzeyinde bulunduklarına ikna olan Scheiner karşısında kolay bir zafer elde etmişti. Ama bu belki de bir hesap hatasıydı, zira Galilei Scheiner şahsında amansız bir düşman kazanmıştı.

Sonuç

Galilei için 1610 yılı, düşen maddelerin hızlanma yasasını bulduğu 1604'den bile daha fazla, bir mucizeler yılı oldu. Teleskopla yaptığı buluşlar, sonraki yapıtlarını etkileyecek, hatta belirleyecekti. Tamamen tartışmaya açık bir nokta olsa da, bence Galilei, teleskopu kullanmadan yıllar önce de inanmış bir Kopernikçiydi. Buna sebep gösterilecek başlıca üç şey var: Birincisi; Güneşmerkezli kuramın kendisi, bu kuramın birleşik bir sistemde gezegenlerin dizilişini ve birbirine uzaklığını belirlemesi ve en azından sayıları o gün çok az da olsa onu gerçekten anlayanlar için kaçınılmaz bir şekilde dünya merkezli gezegen teorisindeki hareketleri de açıklayabilmesi ve bunun tersinin olmaması. İkincisi, Kepler'e Kopernikçi düşünceyi "yıllar önce" benimsemiş olduğunu yazmasından iki yıl önce, 1595'te Paolo Sarpi'ye bildirdiği gibi, Dünya'nın aylık ve günlük hareketlerinin sebep olduğu denizlerin değişken hızıyla gelgit olaylarını açıklaması (Bunun Newton mekaniğine ve hatta belki de Galilei mekaniğine göre yanlış olmasına aldırmayın). Ve üçüncüsü; Ay ve Dünya'nın benzer engebeli yüzeylere sahip olduğu şeklindeki o zamanki tahminlerin de desteklediği şekilde, Dünya'yla Ay'ın benzer yapılar olduğunu göstererek Ay'ın ikinci ışığını açıklaması (Her iki sonuca da 1605'te varmıştı). Bu açıklama, Galilei'nin 1610 Mayısında "evrenin düzeni ve yapısı hakkında felsefe, astronomi ve geometriyle dolu muazzam bir kavrayışa dayanan iki kitap" diye tanıttığı *Diyalog*'unu vaat ettiği *Yıldızların Habercisi*'nde ikinci ışığın açıklamasıyla da örtüşmektedir. Galilei'nin kafasında şekillenen ve kısmen kâğıda dökülen kesinlikle Kopernikçi bu "muazzam kavrayış", bir süredir eserlerine yansımaktaydı. Ve Galilei, 1616'dan önceki yazışmalarından da anlaşıldığı gibi, teleskopun, çalışmalarını tamamlamak ve Kopernik teorisini ispatlamak için ihtiyaç duyduğu şeyi sağladığından oldukça emindi.

Ama bu, en azından sonraki 20 yıl boyunca ve Galilei'nin tasarladığı şekilde gerçekleşmeyecekti. Eser 1616'da, Kopernik hakkında yazma yasağıyla kesintiye uğradı, yasak ancak 1624'te şartlı kaldırıldı. Yasaklamadan önce Galilei'yi frenleyen başka bir şey de, henüz büyük zaman ve emek harcadığı güneş lekeleri ve Jüpiter'in uyduları konusundaki çalışmalarının bütün kanıt ve iddialarını ortaya koyacak durumda olmamasıydı. Galilei'nin kanıtlarının çoğu, güneş lekelerinin

hareketlerindeki mevsimsel değişiklikleri öğrendiği 1613'e dayanıyordu; ama öyle görülüyor ki, Galilei'nin gelgit kuramıyla birlikte Dünya'nın hareketleri konusunda en yetkin kanıtı olduğunu düşündüğü güneş lekeleriyle ilgili tezleri, 1629 yılına kadar formüle edilmemişti. Kesinliği kanıtlanamazsa da muhtemeldir ki, Aristoteles'in Dünya'nın günlük hareketi konusundaki eleştirilerini çürüttüğü "İkinci Gün"deki tezlerinin çoğu, Galilei'nin, bunlara temel oluşturan mekanik çıkarsamalara varmasından yıllar sonra formüle edilmişti.

Bununla birlikte, *Diyalog*'u mümkün kılan, teleskopla yapılan buluşlar ve bunların yorumlanmasıydı. Galilei *Diyalog* adlı eseriyle ilgili olarak önceden ne yazmış ve tasarlamış olursa olsun, 1610 ile 1613 yılları arasında elde ettiği bulgular sonucunda bunlar köklü bir biçimde dönüşmüştü. Hem Kopernikçi kuramın kendisi ve Galilei'nin Dünya'nın hareketlerini kanıtladığına inandığı gelgit kuramı hariç Güneşmerkezli kuramı destekleyen tüm argümanlar, hem de onu çürütmeye çalışan gökbilimsel iddiaların biri hariç tümü, doğrudan ya da dolaylı şekilde teleskopla yapılan gözlemlere dayanıyordu.

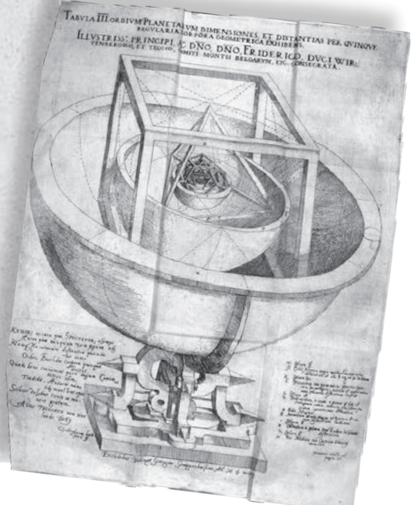
Bu argümanların başında, Venüs'ün evreleri geliyordu. Bu evreler, Venüs'ün Güneş etrafında dönüyor olması gerektiğini gösteriyordu. İstisna görülen üstün gezegenler hariç bu, tümevarımla hareketleri Venüs'ünkinden farklı olmayan bütün gezegenler için genişletildi. Bir başka önemli argüman, Venüs ve Mars'ın ışık saçtığı düşüncesinin, görünen boyutlarının mesafelerindeki değişimlere göre değiştiğini göstererek ortadan kaldırılmasıydı. Kepler haklı olarak bunun geçerli bir argüman olmadığına, çünkü mesafe değişikliklerinin Yermerkezli modelde de aynı olacağına dikkat çekmişti.

Bir başkası, güneş lekelerinin hareketindeki değişkenlikti. Bu, mümkün olan tek mantıklı yoldan, Dünya'nın yıllık hareketi ve Güneş'in kendi ekseninde dönüşüyle açıklanmıştı. Kurulan benzeşimle Dünya'nın devri için de bir delil oldu. Dünya ve Ay'ın yüzeylerinin benzerliği, biri hareket ediyorsa diğerinin de ediyor olabileceğini gösterdi. Jüpiter'in uyduları, Ay'ımız gibi gölgede kalıp "tutulan" ışıksız kütleler, bir gezegenin kendi hareketi sırasında etrafındaki uyduları da taşıyabileceğini gösterdi.

Gözlemlere dayanan bu bulguların listesi hiç de kısa değildir. Filozoflar, geçmişte ve bugün hâlâ yaptıkları gibi, buradaki her bir noktanın bir şeyleri kanıtlayıp kanıtlamadığını tartıştılar. Oysa Galilei'nin kendisi ve *Diyalog*'u ampirik kanıtları ve mantıksal ispatı engelleyen Aristotelesçi veya teolojik önyargılardan uzak bir açık görüşlülükle okuyan herkes, kanıtların ağır basmasıyla bu argümanların üstün geleceğine inanıyordu. Kopernikçi teorinin, 17. yüzyılın başlarında hemen hemen hiç taraftarı yokken nasıl olup da yüzyılın ortalarına doğru ortalığı silip süpürdüğünü merak eden birine verilecek en doğru cevap -Kepler'in de hakkını teslim ederek- *Diyalog* olurdu. İnsanlar, bu kitabı bizzat okumuş olsun ya da olmasınlar, onların hayatındaki pek çok şeyi değiştirmiştir. Birkaç aylık teleskopik gözlemlere dayanan *Diyalog*, Galilei'yi çağının en tanınmış bilimadamı haline getirmiştir ve bu unvanı o günden bu yana korumasını hakkıyla sağlamıştır.

Astronomia Nova

Johannes Kepler



Kepler'in kısa yaşamöyküsü, yapıtları ve gökbilime katkıları*

Nalân Mahsereci

Johannes Kepler (1571-1630), Kopernik'in insanoğlunun evreni kavrayışında başlattığı devrimin tamamlayıcılarındandır. Kopernik'in Güneşmerkezli evren modelinin astronomiye getirdiği yeni sorunları çözmeye uğraşmıştır. Kopernik'le başlayan yeni astronominin matematiksel savlarının tam gücü, ilk kez Kepler'in çalışmalarında ortaya çıkar. Kepler'in geliştirdiği üç yasa, astrofiziğin temelini oluşturmuş, daha sonra gerçekleştirilecek kimi önemli buluşlar için ipuçları sağlamıştır. Newton'un yerçekimi kanunu ve eylemsizlik ilkesi bunlardan bazılarıdır.

Çocukluk ve öğrencilik yılları

Johannes 27 Aralık 1571'de Güney Almanya'da Weil der Stadt Kenti'nde dünyaya gelir. Dört yaşında geçirdiği ağır çiçek hastalığı görme duyumunu zayıflatmış, ellerinde sakatlığa yol açmıştır. Macera peşindeki kaba bir baba ile huysuz, aksi bir kadının dört çocuğundan en büyüğü olmasına ve aile kavgaları içinde büyümesine karşın, Kepler'in öğrencilik yılları çok parlak geçmiştir. Çocukluğuna ilişkin en canlı anılarından biri, 1577 yılında dünyadan gözlenebilen bir kuyrukluyıldızı izlemek üzere, annesinin onu köyün yakınındaki tepeye çıkarmasıdır.

Ruhsal güvensizlik içinde büyüyen Kepler ilahiyata yönelir; ancak Tübingen Protestan Üniversitesi'ndeki öğreniminde gördüğü matematikten büyülen-

* Elinizdeki kitap için yazarı tarafından yeniden ele alınıp geliştirilen bu makale, şu kaynakta yayımlanmıştır: Nalân Mahsereci, "Kepler'in gökbilime katkıları", *Bilim ve Gelecek*, S.19, Eylül 2005, s.10-13.

miştir. Üniversitede matematik ve astronomi dersleri vermekte olan Michael Mastlin'in etkisiyle Kopernik modelini benimser. Bu benimseyiş, Kepler'in sonraki yaşamı açısından dönüm noktasını oluşturacaktır, Dünya'nın hareketini kanıtlamak tutkusuyla dolmuştur. Daha sonra başladığı ilahiyat öğreniminin son yılındayken, Graz'daki Lutherci bir lisede boşalan matematik öğretmenliğine atanır, böylece ilahiyat öğrenimi yarım kalır. 23 yaşındayken gittiği Graz'da rahat bir çalışma ortamı bulur ve evrenin yapısına ilişkin çalışmalarına başlar.

İlk yapıt: Evrenin Gizleri

Kopernik gibi Kepler de, Pisargorcu matematiğin ve Platoncu felsefenin etkisindedir. Amacı "göksel mimarlık" dediği düzende, aradığı matematik uyumu bulmaktır. Graz'da, 1596 yılında yayımlanan *Evrenin Gizlerini İçeren Matematiksel Araştırmaların Habercisi* (*Prodromus Dissertationum Mathematicarum Continens Mysterium Cosmographicumy*) adlı ilk yapıtının önsözü uzun bir Kopernik sistemi savunusuyla açılır. Bu yapıtında, gezegenlerin devinimlerini geometrik çizgi ve eğrilerle belirleme yoluna gitmiş, o zaman bilinen altı gezegene ait yörüngelerin, belli bir sıra içinde iç içe yerleştirilen beş düzgün geometrik nesnenin oluşturduğu altı aralığa denk düştüğünü kanıtlamaya çalışmıştır. "Yetkin nesne" denen bu çokyüzlü cisimler şunlardır: 1) Dört eşkenar üçgen yüzlü (piramit), 2) Altı kare yüzlü (küp), 3) Sekiz eşkenar üçgen yüzlü, 4) On iki eşkenar beşgen yüzlü, 5) Yirmi eşkenar üçgen yüzlü. Bilindiği gibi iki boyutlu düzlemde istenilen sayıda çokgen şekil çizilebilir; oysa üç boyutlu uzayda yalnızca sıraladığımız bu beş çokyüzlü düzgün nesne oluşturulabilir. Antikçağdan beri bilinen bu beş nesnenin gizemli bir niteliği olduğu inancı pek de yersiz değildir. Gerçekten, yetkin simetrik olan bu nesnelerin her biri tüm köşelerinin dokunduğu bir küre içine yerleştirilebilir. Aynı şekilde, her biri tüm yüzlerinin orta noktasına dokunan bir daireyi çevirebilir. Örneğin, Satürn yörüngesini içeren küreye bir küp yerleştirilecek olsa, Jüpiter'in küresi bu kübün içine; ya da Jüpiter'in küresine bir piramit (dört eşkenar üçgen yüzlü nesne) yerleştirilecek olsa, Mars'ın küresi bu piramidin içine tıpatıp uyacaktır. Aynı düzenleme geriye kalan gezegen yörüngeleriyle çokyüzlü düzgün nesnelerle de gerçekleşmektedir. Kepler en büyük coşkusunu bu düzenlemeye yönelik araştırmalarda yaşar.

Düzgün geometrik nesnelerle gezegen yörüngeleri arasında Kepler'in varsaydığı ilişki olgusal temelden yoksundur kuşkusuz; ama gezegenlere ait yörünge büyüklükleri arasında bir tür bağlantı olduğu düşüncesinde gerçek payı vardır. Nitekim Kepler'in, 20 yıl sonra formüle edeceği 3. yasası bu düşünceden kaynaklanmıştır.

Johannes Kepler Graz'da uzun süre kalamaz; dinsel çekişmede Katolikler'e yenik düşen Protestan azınlıkla birlikte kenti terk etmek zorunda kalır.

Tycho Brahe'nin yanında

Kepler işsiz kalmıştır, ama bu ona iş yaşamının en büyük kapısını açar: Daha önce, *Evrenin Gizlerini İçeren Matematiksel Araştırmaların Habercisi* adlı yapıtını yolladığı, imparatorluk matematikçiliğine atanmış Tycho Brahe

onu gözlemevine çağırmaktadır. Böylelikle Kepler, 1600'de, Kopernik sonrası dönemin belki de en önemli astronomu olan Tycho Brahe'nin asistanlarından biri olur.

Kepler'in kişilik yönünden ustası ile uyum sağlaması kolay olmayacaktır; üstelik Tycho Brahe, Kepler'den farklı olarak, Tanrısal düzene aykırı saydığı Kopernik'in Güneşmerkezli modeline karşıdır. Gerçi Brahe, Kopernik sisteminin astronomiye sunduğu matematiksel uyumu inkâr etmemektedir. Bu uyum, onun Batlamyus'un Dünyamerkezli modeline duyduğu hoşnutsuzluğu artırmıştır. Hem Batlamyus'un, hem de Kopernik'in modellerini yadsıyarak, kendi adıyla anılacak "Tycho" evrenini savunmaya başlamıştır. Bu evren modeli, Kopernik'in ortaya attığı sorunlara ara çözümler önermektedir. Brahe'ye göre gezegenler Güneş'in, Güneş de dünyanın çevresinde döner. Bu model, hem Kopernik modelinin sağladığı matematiksel yararı kullanmakta, hem de dinsel konulardan ödün vermeyi gerektirmemektedir. Birlikte çalıştıkları süre boyunca ve hatta ölüm döşeğinde bile Brahe, kendi modelini benimsemesi için Kepler'i ikna etmeye uğraşmıştır.

Tycho Brahe'nin astronomi alanındaki asıl önemi, gözlem yöntemlerinde çok önemli değişiklikler başlatmış olması, tasarladığı yeni gözlem aygıtlarıyla kendisinden önce toplanmış astronomi verilerindeki yanılgıları düzeltmesi, daha güvenilir veriler elde etmesidir. Brahe'nin kendisi ve yetiştirdiği gökbilimciler, Avrupa astronomisini eski ve kötü verilere bağlı kalmaktan kurtardığı gibi, bu verilerden türeyen birçok astronomi sorununu da ortadan kaldırmıştır.

Kepler, Brahe'nin yanında çalışmaya başladıktan bir yıl sonra Brahe yaşamını yitirir (1601); gözlemeviyle birlikte yılların yoğun emeğiyle toplanmış son derece güvenilir gözlem ve ölçme verilerine Kepler sahip çıkar. Brahe'nin Kopernik modelini çürütmek üzere topladığı bu verileri, Kepler Kopernik modelini temellendirmek için kullanır. Brahe'nin beceri dolu gözlemleri, Kopernik modelinin getirdiği yenilikleri ilk kez gezegenler sisteminin bütünlüklü çözümüne dönüştürecek olan Kepler'in çalışmalarındaki temel unsur olacaktır.

Kepler imparator matematikçiliği görevini üstlenir

Brahe'nin ölümüyle birlikte, Kutsal Roma-Germen İmparatoru II. Rudolf, Kepler'i imparatorluk matematikçiliğine atar. Kepler'in resmi görevi astroloji almanakları hazırlamaktır. *Astrolojinin Güvenilir Temelleri* (*De Fundamentis Astrologiae Certioribus*, 1601) adlı yapıtında, yıldızların insan yaşamını yönlendirdiği yolundaki boş inancı reddetmesine karşın, evren ile insan arasında belirli bir uyum olduğuna inandığını belirtir. Kepler soğuk geçecek kışlar, köylü isyanları ve Türklerle savaş gibi konulardaki astrolojik öngörüleriyle ün yapmıştır. Zaten yetersiz olan maaşı çoğu kez ödenmemektir. O da astronomlar için ek kazanç gözüyle bakıp, bir bakıma küçümsediği astrolojiyi kullanır, soyluların yıldız falına bakarak geçimini sağlar.

Kepler, Ekim 1604'de ortaya çıkan bir süpernovayı, çıplak gözle görülmez oluncaya değin, 17 ay boyunca gözlemler. Antikçağdan beri değişmez ve kusursuz kabul edilmiş olan yıldızlar âleminde değişimlerin olabileceğine dair kanıt oluşturan gözlem sonuçlarını 1606'da yayımlar.

Tycho'nun Kepler'e ölümünden önce verdiği son görev gezegen yörüngelerini belirlemekle ilgilidir. Yörüngeleri incelemeye koyulduğunda, beklentisine en aykıra düşen Mars'ın gözlenen yörüngesi olmuştur. Kepler, Mars'a ilişkin gözlem sonuçlarının değerlendirilmesinden önce, ışığın atmosferde kırılması olgusunu incelemek gerektiği sonucuna varır. Uzaydaki gökcisimlerinden gelen ışık ışınlarının Dünya'yı çevreleyen yoğun atmosfere girdiklerinde nasıl kırıldığı konusundaki araştırmalarını, *Astronomideki Optik Konuların İncelenmesi Konusunda Vitello'ya Ek* (*Ad Vitellionem Paralipomena Quibus Astronomiae Pars Optica Traditur*, 1604) başlığıyla yayımlar. Vitellio, ortaçağın optik konusundaki en önemli araştırmasını yayımlamıştır. Kepler bu yapıtında Vitellio'ya ek yapmanın çok ötesinde bir başarı sergilemiş, insan gözünün yapısı ve çalışması hakkında sonradan gerçekleştirilecek araştırmalara temel oluşturacak katkılarda bulunmuştur. Gözlüğün düzgün görmeyi nasıl sağladığını ilk kez açıklayan bilimadamı da Kepler olmuştur.

1. ve 2. Kepler yasaları

Kepler, zamanla astronomide geometrik uyum arayışından fiziksel etki arayışına girer. Kopernik için Güneş'in merkez konumu salt matematiksel bir belirlemedir; oysa Kepler buna "fiziksel ve metafiziksel" gerekçeler bulma gereği duymaya başlamıştır. Kopernik'in kendi kuramının zenginliklerinin farkında olmadığını, Güneş ve Dünya'nın konumlarını değiştiren ilk yürekli adımı attıktan sonra, modelinin ayrıntılarını geliştirirken Batlamyus'un etkisinde kalmaya devam ettiğini düşünür ve bunu yazılarında sıklıkla vurgular. Kopernik evrenindeki uyumsuzlukları ortadan kaldırmaya girişir. Dünya'nın bu sistemde özgün bir konumu olmadığını savunan Kepler, Kopernik'te olduğu gibi evrenin merkezinin Dünya'nın yörüngesinin merkezinde değil, Güneş'te kesişmesi gerektiğinde diretir.

Kepler, Mars'ı incelerken, yoğun uğraşa karşın yıllarca, gözlem verileriyle uyum kurmaya çalıştığı çembersel yörünge arasındaki farkı gideremez. Bu da çembersel yörünge beklentisinde bir yanlışlık olduğunu göstermektedir. Ne var ki, göksel düzeyde yetkinlik arayışı içinde olan Kepler, bu olasılığı bir türlü içine sindiremez. Çembersel olmayan bir yörünge nasıl düşünülebilir? Ama olgular da bir yana itilmemelidir.

Mars'ın yörüngesi üzerindeki çalışması bir olguyu daha gün ışığına çıkarır: Gezegenin yörünge üzerindeki hızının değişik noktalarda değişik olduğu gerçeği. Öyle ki gezegenin Güneş'e yaklaştığında hızı artmakta, uzaklaştığında hızı azalmaktadır. Kepler, bu ilişkiyi 2. yasasında şöyle dile getirir: Güneş ile gezegen arasındaki yarıçap vektörü, yörünge düzleminde eşit zamanlarda eşit alanlar süpürür. Yaptığı tüm ölçmelerin doğruladığı bu ilinti, çembersel yörünge beklentisiyle bağdaşmamaktadır. Kepler ister istemez başka bir yörünge biçimine yönelmek zorundadır. Gözlemler, yörüngenin elips biçiminde olduğunu ortaya koymaktadır. Mars'ın yörüngesine ilişkin bu buluşunu Kepler, daha sonra 1. yasası olarak tüm gezegenler için belirleme yoluna gider: Her gezegen, bir odağında Güneş'in yer aldığı bir elips çizerek devinir.

Kepler ilk iki yasasını, 1609'da yayımlanan *Yeni Astronomi* (*Astronomia*

Nova) kitabında ortaya koymuştur. Kepler'i ünlü yasalarına ulaştıran süreç, doğru verilerin varlığı (ki burada Brahe'nin gözlemlerinin önemi büyüktür) ve Dünya'nın bir gezegen olduğuna gerçekten inanmasıdır. Kepler yapıtında, Tyco Brahe'nin Mars'ın yörüngesiyle ilgili verilerini, Batlamyus ve Kopernik evren modellerinin öngördüğü çeşitli yörünge bileşimleriyle uyumlu hale getirmek için yaptığı 60 girişimin tümünü ayrıntılı olarak anlatır. Onun gerçeği bulma yolunda verdiği çabayı ve derin araştırma tutkusunu, şu sözleri az da olsa yansıtmaktadır: "Çalışmamın karmaşık görünen sonuçlarını izlemede zorlanıyorsanız, bana kızmayınız; çektiğim sıkıntılar için bana acıyınız. Sunduğum her sonuca yüzlerce kez yinelediğim sınama ve hesaplamalarla ulaştım. Sadece Mars'ın yörüngesini belirlemem beş yılımı aldı."

Geometrik optiği kurmuştur

Kepler'in 1611'de yayımlanan *Kırılma* (*Dioptrice*) adlı yapıtı, Galilei'nin bir yakınsak mercek ile bir ıraksak mercekten oluşan teleskopuna oranla büyütme gücü çok daha yüksek olan ve iki yakınsak mercekten oluşan bir teleskopun tanımını ve çalışma ilkelerini içerir. Günümüzde kullanılan mercekli teleskoplar, Kepler teleskopunun geliştirilmiş modelleridir. Kepler optik alanındaki iki yapıtıyla (*Dioptrice* ve *Ad Vitellionem*) geometrik optik olarak anılan fizik dalının kurucusu olmuştur.

1611'de II. Rudolf'un kardeşi tarafından tahttan çekilmeye zorlanması üzerine, Kepler imparatorluğun o dönemdeki başkenti Prag'dan ayrılmaya karar verir. Yeni imparator tarafından da imparator matematikçisi olarak atanmasına karşın, Linz'e yerleşir.

Linz'de kaldığı 14 yıl boyunca *Dünyanın Uyumu* (*Harmonica Mundi*, 1619) ve *Kopernik Astronomisinin Özeti* (*Epitome Astronomiae Copernicanae*, 1618-21) adlı yapıtlarını yayımlar ve ünlü *Rudolf Cetvelleri*'ni (*Tabulae Rudolphinae*, 1627) tamamlar.

3. Kepler yasası

Büyük bölümü mistik görüşlerden oluşan *Dünyanın Uyumu*, Kepler'in 3. yasası olarak bilinen çok önemli bir yasayı içermektedir. Bu yasaya göre, bir gezegenin yörüngesini tamamlamada geçirdiği sürenin karesi, Güneş'e olan ortalama uzaklığının kübüyle orantılıdır. Buna göre, gezegenin periyodik süresini T ile, yörüngesinin ortalama yarıçapını r ile gösterirsek, r^3/T^2 oranı tüm gezegenler için aynıdır. "Uyum yasası" diye bilinen bu ilişki, yörüngeleri tamamlama süresi bakımından gezegenlerin karşılaştırılmasına olanak vermektedir. Daha da önemlisi, ilişkinin ileride Newton'un formüle ettiği yerçekimi yasasına sağladığı ipucudur. Oysa Kepler, bu son buluşuna, gençlik yıllarından beri arayışı içinde olduğu "küreler uyumunun" formülü gözüyle bakmaktadır. Uyumsuz bir evrenin onun için bir anlamı yoktur. Güneş gezegenleri yönetme gücüne sahipse, göksel devinimlerin r^3/T^2 formülünde dile gelen türden bir ilişki içermesi gerekmektedir. Bilim tarihçileri, Kepler'in çalışmalarında mistisizm ile gözlem tutkusunun olağanüstü sonuçlar verecek biçimde birleştiğini vurgulamışlardır.

Kepler *Kopernik Astronomisinin Özeti* adlı yapıtında, Kopernik'in görüşlerini güçlü bir biçimde savunmakta, 1. ve 2. yasalarını Mars'tan başka gezegenler ve Ay için, 3. yasasını da Jüpiter'in yeni keşfedilmiş dört uydusu için sınadığını ve geçerliliklerini saptadığını belirtmektedir. Kepler'in bu yapıtı, Kopernik ve Galilei'nin yapıtlarıyla birlikte, Kilise'nin Yasak Kitaplar Listesi'ne alınmış ve 200 yıl bu listede kalmıştır.

Rudolf Cetvelleri

Kepler *Rudolf Cetvelleri*'ni, İmparator Rudolf'un onuruna adlandırmıştır. Kitap temel olarak Tycho Brahe'nin gözlem sonuçlarına dayanır. Brahe'nin incelediği 777 yıldıza, Kepler 228 yıldız daha eklemiştir. Cetvelde yıldızların konumu birkaç açı dakikası doğrulukla belirlenmiştir. Yapıt, gezegenlere ve bunların konumlarına ilişkin cetvelleri de içerir. Teleskop öncesi astronominin en yetkin ve kesinlikli katalogu olan yapıt, yayımlanmasını izleyen yüzyıl boyunca aşılamamış ve yaygın olarak kullanılmıştır. Işığın atmosferdeki kırılması hesaba katılarak yıldızların konumunda gerekli düzeltmelerin yapıldığı ilk katalogdur.

Kepler, Otuz Yıl Savaşları'nın başarılı komutanı Zagan Dükü Wallenstein'in çağrısına uyarak 1628'de Zagan'a gider ve burada bir basımevi kurar. Wallenstein'in imparator tarafından görevden alınması üzerine, Kepler ailesini burada bırakarak, imparatorluktan alması gereken birikmiş gelirini almak üzere Regensburg'a gider. Burada yakalandığı kısa süren ateşli bir hastalık sonucu, 15 Kasım 1630'da ölür. Mezarı Otuz Yıl Savaşları'nın çalkantısı içinde kaybolur. Kepler, iki kez evlenmiş, biri üvey on iki çocuğu olmuş, bunlardan üç tanesi onun sağlığında hayatta kalmıştır. Kepler'in ölümünden sonra yayımlanan ve bir aya gidiş öyküsü içerdiğinden ilk modern bilimkurgu yapıtı sayılan *Somnium* (*Rüya*, 1634)[1] adlı bir yapıtı daha bulunmaktadır.

Kepler, sayı mistisizmi, sayıların uyumu ve evrenin geometrik bir düzenlemeyle kurulduğu yönündeki, Yeni Pisagorculuk ve Yeni Platonculuk kaynaklı inançlarını hiçbir zaman yitirmemiştir. Bir mektubunda matematiksel kanıtlar olmasaydı, "kör olacağını" yazmıştı. Bu "gizeme bürünmüş şeylerden keyif alma" değil, onları "açığa çıkarma" isteğiydi. İlki, "simyacılara, hermetiklere ve Paracelsusçulara aitti", ikincisi ise "yalnızca matematikçilere."[2] Tanrının doğasının matematiksel olduğuna inanıyordu. Onun gözünde Güneş de Tanrısal bir güçtü. Astronominin temelini oluşturan üç yasası, bu inancının büyüsünde sürdürdüğü çalışmaların bir bakıma yan ürünüdür. Ömrü boyunca, evrendeki matematiksel uyumu açıkladığını düşündüğü pek çok yasa ortaya atmıştır, ancak bugün bu yasaların çoğu gözlemlerle uyuşmadığından kullanılmamaktadır.

Kepler'in kendisi gibi dönemin bilim çevrelerinin de onun bugün geçerliliğini koruyan üç yasasını yeterince önemsediği söylenemez. Galilei, Kepler'den mistisizminden ötürü uzak durmuştur. Kepler'in bilim yapma tarzıyla ken-

---

1) Kepler'in *Somnium*'u Türkçede ilk kez *Bilim ve Gelecek* dergisinin 19. sayısında (Eylül 2005) yayımlandı.

2) Paolo Rossi, *Modern Bilimin Doğuşu*, Çev. Neşenur Domaniç, Literatür Yayınları, Ocak 2009, s.86.

disininki arasındaki derin farklılığı vurgulamakla yetinmemiş, aynı zamanda onun bazı fikirlerinin "Kopernik modelini desteklemekten çok zarar verdiğini" söylemiştir.[3] Descartes, bir mektubunda Kepler'den "optik konusundaki ilk öğretmenim" diye söz etmekle birlikte, çalışmalarının kalan kısmını sözü edilecek değerde bulmamıştır.[4] Gene Bacon, Kepler'i ciddiye almamıştır. Newton'un bir başarısı da, Kepler'in kitaplarında adeta gömülü kalan bu yasaların gerçek önemini kavramış olmasıdır. Kepler'in yasaları, Newton onlardan yararlandığında "bilimsel" olarak değerlendirilmiş ve gökbilimcilerin çoğu tarafından ancak 1660'larda kabul görmüştür.

KAYNAKLAR

- *Ana Britannica*, "Kepler, Johannes" maddesi, Cilt:18, 15. Edisyon: 1994.
- Kuhn, Thomas; "Kopernik Devrimi", Çev. Prof. Dr. Rennan Pekünlü, *Bilim ve Gelecek* dergisi, S.2, Nisan 2004, s.41-60.
- Rossi, Paolo; *Modern Bilimin Doğuşu*, Çev. Neşenur Domaniç, Literatür Yayınları, Ocak 2009, 316 s.
- Voelkel, James R.; *Yeni Gökbilim: Johannes Kepler*, Çev. Nur Özlük, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Haziran 2002, Ankara, 151 s.
- Yıldırım, Cemal; *Bilimin Öncüleri*, Bilim ve Gelecek Kitaplığı, 27. Baskı Nisan 2012, ss.92-97.
- Yıldırım, Cemal; *Bilim Tarihi*, Remzi Kitabevi, 13. Baskı Eylül 2010, ss.86-89.

3) Age.
4) Age.

Kepler: yaşamöyküsü ve Astronomia Nova*

Doç. Dr. İsmihan Yusubov

Astronomi çok pahalı ve çok zahmetli bir bilim dalı. Zaman zaman, "Dünya'dan milyonlarca km uzaklıkta olan gökcisimlerini gözlemlemek için bu kadar zahmet ve masrafa katlanmamıza değer mi?" gibi sorular sorulmaktadır. Halk deyimi ile ifade edersek: "Attığımız taş, ürküttüğümüz kurbağaya değer mi?" Dünyada yapılması gereken çok sayıda, ertelenmesi neredeyse imkânsız gözüken işlerimizin olmasına rağmen, bu soruların yanıtı kesin olarak "Evet!" olmuş ve sanırım olmaya da devam edecektir. Ve bunun nedeni hiç de denizcilik, uzaydan gözlemlerle (ters astronomi) maden arayışları vs. alanlarda onun insanlık için sağladığı yararlar değildir. Aynı zamanda, toplumdaki etkisi zamanla artıp azalan ve "astronominin evlilik dışı kızı" gibi nitelendirilen astroloji de bir neden olarak kabul edilemez.

Bize göre asıl nedeni, astronomi bilim dalının beşer evladını kendi gözlerinde, bir başka bilim dalının yapamayacağı bir şekilde yüceltebilmesinde aramak gerekmektedir. Astronomi bize maddi olarak, Dünya'mızla birlikte bu sonsuz evrende tıpkı bir "kum tanesi" gibi ne kadar küçük olduğumuzu göstermenin yanı sıra, bu sonsuz âlemi kucaklayabilecek bir maneviyata sahip olduğumuzu da anlatmış, evrenin efendisi olabileceğimiz yönünde bize güvence vermiştir. İşte bu nedendendir ki, insanlık bu kıymetli duyguyu sahiplenebilmek yolunda her masrafa katlanmaktadır. İlave edelim ki, "Uzak yıldızlardan bize sadece gözlerimizle algıladığımız kaba ışın değil, aynı zamanda tefekkürümüzle idrak ettiğimiz, evrendeki düzen ve harmoniden getirdiği haberle kaostaki yolumuzu aydınlatan, bununla da bizim kendimize olan güvenimizi arttıran, çok daha ince bir ışın da gelmektedir." (H. Poincare)

---

* Bu makale şu kaynaktan alınmıştır: İsmihan Yusubov, "Kepler: Yaşamöyküsü ve Astronomia Nova", *Bilim ve Gelecek,* Ocak 2007, Sayı: 35, s.14-19.

Kepler'den önceki astronomi

Gerçekten Kepler'in çağdaş bilimin oluşmasına, özellikle de astronomi bilim dalına katkıları o kadar büyük, o kadar paha biçilmez düzeydedir ki, beşer tarihinde "milattan önce" ve "milattan sonra" terimleri kullanıldığı gibi, astronomide de "Kepler'den önce" ve "sonra" terimleri rahatlıkla kullanılabilir. Bir başka deyişle onunla birlikte astronomide yeni bir devir, Kepler devri başlamış, halen de devam etmektedir diyebiliriz.

Hem bizim konumuz astronomi biliminin temel yapıtlarından sayılan, Kepler'in *Astronomia Nova*'sı, yani "Yeni Astronomi"si olduğundan, ona kadar var olan "eski" astronomiye de bir miktar değinmemiz nerdeyse zorunlu olarak karşımızda dikilmektedir. Bu konuya kısaca değinmek gerekirse, tarih boyunca bu alanda iki sistem, "Dünyamerkezli" ve "Güneşmerkezli" sistem hâkim olmak uğruna sürekli olarak mücadele etmiştir diyebiliriz. Ve sanıldığı üzere, özellikle de Sokrates'in öğrencisi olan Platon'un öğrencisi ve Büyük İskender'in öğretmeni, Eski Yunan bilgini Aristoteles'in meşhur *Metafizik* eserinde ortaya koyduğu tavırla 2000 sene boyunca "Dünyamerkezli" sistem şuurlara hâkim olmuştur. Bu ağırlık, 300 yıllarında yaşamış meşhur İskenderiyeli bilimadamı Ptolomeus'un "Dünyamerkezli" sistemi sağlam temeller üzerine oturtmaya çalıştığı ve bir ölçüde bunda başarılı olduğu *Almagest* adlı eserini ortaya koyması ile bir miktar daha artmış oldu. Bu sisteme göre Dünya evrenin merkezinde yer almakta, Güneş, Ay ve o zaman için belli olan gezegenler, Dünyamerkezli çemberler boyunca değişmez, değeri sabit hızla dönmekteydiler. Bu arada gezegenlerin Dünya'dan gözlemlenen ileriye doğru hareketlerinin, belli zamanlarda neden geriye dönük olduğunu açıklamak için Ptolomeus varsaymıştır ki, aslında gezegenler merkezleri Dünyamerkezli çemberler (diferentler) boyunca hareket eden çemberler (episikller) boyunca dönmekteler ve bu hareketlerin hepsi sabit hızla gerçekleşmektedir. Sistem bir miktar karmaşık olmasına rağmen, Ay ve Güneş tutulmaları gibi olayları önceden haber verebildiğinden uzunca bir süre ayakta kalabilmiştir. Tabii ki, bu arada Kilise'nin Dünyamerkezli sistemi sürekli olarak savunmasının etkilerini de göz ardı edemeyiz.

Konuyla ilgili Türk dünyasına göz attığımızda, gözlemlenen yıldızlar kadar parlak ve önemli olan iki olayla karşılaşmaktayız. Bunlardan birincisi Azeri Türkü Nasireddîn et-Tûsi (1201-1274) tarafından, 13. yüzyılın ortalarında İran'ın Marağa Şehri'nde kurulmuş gözlemevi, bir ikincisi Timur'un torunlarından, 1409-1449 arası Maveraünnehir'in hükümdarı olmuş Uluğ Bey'in (1394-1409) kurduğu ve döneminin saygın matematikçilerinden sayılan Ali Kuşçu'nun da çalışmış olduğu Semarkant Gözlemevi'ydi. Ekleyelim ki, Marağa'da "Zicc İlhani" adı taşıyan yıldız kataloğu düzenlenip, sferik trigonometri geliştirilirken, Semarkant'ta da dönemin en doğru yıldız kataloğu sanılan "Zicc- Sultani" meydana getirilmiştir ve bunlar uzun süre Batılılarca kullanılmıştır. Uluğ Bey'in öldürülmesinden sonra bu değerli eser Ali Kuşçu tarafından önce Tebriz'e, Akkoyunlu Hükümdarı Uzun Hasan'a, sonra ise İstanbul'a, Osmanlı padişahı Fatih Sultan Mehmet'e götürülmüştür. Bir de III. Murat döneminde, Tophane'de Takiyüddîn tarafından kurulan ve 1580 yılında, yine aynı zatın, fetvaya dayalı emriyle yıkılan gözlemevini de hatırlatmak yararlı olur.

Güneşmerkezli sistemin savunucuları da boş durmuyorlardı. İsa'dan önce 300 yıllarındaki Samos'lu Aristarh'tan beri bu uğurda çok kavgalar çıkarmışlardı. Ama Dünyamerkezli sisteme en etkili darbe Polonyalı N. Kopernik (1473-1543) tarafından indirilmiştir. Bunun ardından onun ateşli savunucusu G. Galilei (1564-1601) Engizisyon Mahkemesi'nce aşağılandı ve yanlış yolda olduğunu "itiraf" etmeye zorlandı. Bir din görevlisi olarak çalışan G. Bruno (1642-1727) ise Güneşmerkezli sistemi destekleyen düşüncelerinden dolayı Roma'nın "Çiçek Meydanı"nda ateşe verildi. Gerçi Kopernik ve onu takip edenler evrenin merkezine Güneş'i yerleştirdiler, fakat yörüngelerin çember ve yörüngesel hızların sabit olduğu düşüncesinden vazgeçmediklerinden, Ptolomeus'dan kalma diferent ve episikllerden de kurtulamadılar doğal olarak. İşte bu "Büyük Kurtuluş" yalnızca, bizim yazımızın asıl kahramanı olan Johannes Kepler'in (1571-1630) gayrıinsani sabrı, direnişi ve akıl almaz çabaları sonucunda meydana gelmiş, bilim tarihine altın harflerle yazılmıştır.

Kepler'in yasalara kadarki yaşamöyküsü ve yaptığı işler

Johannes Kepler Almanya'nın Würtenberg Eyaleti'nin Weil der Stadt Şehri'nde 27 Aralık 1571 yılında 7,5 aylık olarak, erken doğmuştur. Şu anda onun doğduğu bu şehrin merkez meydanında bu büyük astronom, fizik ve matematikçinin heykeli dimdik ayakta durmakta ve tarihe meydan okumaktadır. Denilene göre 2. Dünya Savaşı'nın sona yaklaştığı 1945 yılında, şehri topa tutmakta olan Fransız birliğinin komutanı, bu şehrin Kepler'in doğduğu şehir olduğunu duyunca, bu fikrinden vazgeçmiştir (!).

Kepler'in babası Henrich dengesiz biri idi. Yaşamı boyunca değişik yerlerde dolaşmış ve nihayet 1589 yılında tamamen ortadan kaybolmuştur. Ondan kalan tek hoş hatıra 1680'de açmış olduğu küçük, fakat "Zur Sone"("Güneşe Doğru") gibi güzel ve sanki 9 yaşındaki Hans'ın geleceğinden haber veren bir isim takılmış lokantaydı ki, küçük Hans zaman zaman burada hizmet vermiştir.

Annesi Katerine, eğitim görmemesine rağmen, ilaç olarak kullanılabilen değişik otları bilir, onları toplar ve kaynatarak çevresindeki insanları tedavi ederdi. Bu bilgileri edinmiş olduğu kişi ise onun, cadılık yaptığı için ateşte yakılmış teyzesinden başka birisi değildi. Gelecekte onun kendisi de bu akıbeti yaşamaktan, Kepler'in büyük çabaları sonucunda kurtulacaktır. Buradan da göründüğü gibi, Hans'ın çevresi onun geleceği açısından hiç de ümit verici olmamıştır.

Ama manevi âlemde boğuştuğu bu olumsuzluklar azmış gibi, bedensel açıdan da ömür boyu, sürekli bir mücadele içerisinde bulmuştur kendini. Derisindeki irinli çıbanlar, iyileşmek bilmeyen yaralar, karaciğer ve mide ağrıları, sıtma ve baş ağrıları yaşamı boyu onu takip etmişti. Meselenin en ilginç yanı ise onun çocukluktan yakın görme ve monokulyar polioniya (çok görme) hastalığına sahip olmasıydı herhalde. Yani bir gözle Ay'a baktığında, bir tane değil, aynı zamanda çok sayıda Ay görmekteydi. Tüm bu olumsuzluklara rağmen ve belki de bu olumsuzluklara kocaman bir tepki olarak, insanlığın yoluna ışık tutacak nitelikte temel yapıtlar ortaya koymak; daha büyük bir kahramanlığı düşünmek bile zor olsa gerek.

Bunların yanı sıra, çocukluk yıllarının iki parlak hatırasını da aktaralım. 1577 yılında, henüz 6 yaşındayken, annesi onu küçük bir tepeye götürmüş ve gökyüzünde bir kuyrukluyıldızın geçişini seyretmişler. 9 yaşında ise anne ve babası onu Ay tutulmasını seyretmek için sokağa çıkarmışlardı. "Ay'ın tamamı kırmızı renkteydi" diyerek, sonraları bu olayı anımsıyordu. Burada, Einstein'ı çocukluğunda çok etkilemiş olan Öklit geometrisi-pusula çifti ile bir paralellik akla gelebilir ve bu bir tesadüf değildir. İleride onların yolları bir daha kesişecektir, Einstein "genel görelilik" kuramını oluştururken.

Bir zamanlar K. Marx'a takdir ettiği kahramanlar var mı ve kimlerdir diye sorulunca, hiç düşünmeden Spartaküs ile Kepler'in adlarını zikretmiştir; bu hiç de sıradan bir laf sayılmaz. Öte yandan Spartaküs'ün mücadelesi kölelerin özgürlüğü için olduğu halde, Kepler'in mücadelesi insanlık için özgürlük ve evrenin efendiliğine soyunması yolunda verilen bir savaş idi.

Eğitimiyle bağlı olarak vurgulamamız gereken konuların başında iki şey gelir. Birincisi eğitim sisteminin acımasız olması. Örneğin 1586'da başlamış olduğu lisede, uykudan kalkış yazın saat 4'te, kışın ise saat 5'te olur ve öğrenciler hemen işe koyulurlardı. İkincisi ise, zeki çocuklara gösterilen özel ilgi ve destekti. Örneğin 1589 yılında kazanmış olduğu Tübingen Üniversitesi'nde fakir aileden gelen zeki çocuklar, üniversite hesabına barınma ve yemekle temin edilmekteydiler. Tabii ki, burada da koşullar yeterince zordu. Beş yıllık din eğitiminin ilk iki yılı matematik, astronomi, Yunan ve Eski Yahudi dili, nutuk ve şiir sanatı, etik ve Aristoteles felsefesinin öğrenimi için ayrılmıştı. Üniversite Senatosu Kepler'in başarılarını göz önünde bulundurarak, onun özel burs talebini yerine getirmiştir.

Üniversiteden mezun olan Kepler, Graz Şehri'nde matematik öğretmeni olarak çalışmaya başladığında ise, şehrin ileri gelenleri bu başarılı genci şehre daha sıkı bağlamak için, onu Barbara adlı bir kızla evlendirmişlerdi (1597). Bütün bunlar eğitim sırasında çekilen çilelerin etkisini hafifleterek, onu yeni zorluklardan kaçınmamak ve onlarla baş edebilmek için sürekli olarak motive ediyordu. Bu uygulanan bir sistemdi ve alternatifi de yok gibi gözüküyordu.

İşte burada Kepler, henüz 25 yaşındayken (1596), gezegenlerin çevresel yörüngelerinin yarıçap değerlerinin kaynağını "açıklayan" ilk kitabını (*Evrenin Gizleri - Misterium Cosmographicum*) yazdı. Onun zamanında Güneş'ten olan uzaklığına göre Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter ve Satürn gibi altı gezegen bilindiğinden, Kepler bu gezegenlerin yörüngelerinin beş tane meşhur Platon figürlerinin iç ve dışına çizilmiş küre yüzeyleri üzerinde yerleştiği sonucuna varmıştır. Sıralama (dıştan içe doğru) sembolik olarak şöyleydi: Satürn, heksaedr, Jüpiter, tetraedr, Mars, dodekaedr, Dünya, ikosaedr, Venüs, tetraedr ve nihayet Merkür. Bu Güneşmerkezli bir sistemdi ve yörüngelerin yarıçapları yaklaşık olarak gerçeğe yakındı. Gerçeğe biraz daha yaklaşmak için, Kepler içe ve dışa çizilmiş küre yüzeylerinin bir miktar değişik kalınlığa sahip olduğu varsayımını kabullenmek zorunda kalmıştır. Özellikle Güneş Sistemi'nde başka gezegenlerin de varlığı ortaya çıktıktan sonra, bu eserin bir ölçüde "uyduruk" bir model olduğu bilinmesine rağmen, hem bilim tarihi, hem de Kepler'in gelecek "gerçek" keşifleri açısından, bu eserin özel bir

önem taşıdığını söylememiz lazım. Ve bu önemin ana nedeni orada kullanılan "simetri prensibi"nde yatmaktadır ki, Kepler'in yaşam boyu sürdürdüğü çalışmalarında bu prensip bir anahtar rolünü oynamış ve Kepler de sonuna kadar ona sadık kalmıştır.

Kitap aynı zamanda dönemin önder astronomi uzmanlarından Galileo Galilei ve Tycho Brahe'nin (1546-1601) de ilgisini çekti. Galilei onu tebrik etti, Tycho ise Prag'da birlikte çalışmaya davet etti. Zengin bir Danimarkalı aileden gelen Brahe henüz 13 yaşındayken Kopenhag Üniversitesi'nin öğrencisi olmayı başarmıştı; burnunun düelloda kaybolmuş kısmının altın-gümüş karışımlı protezinin düşmemesi için yanında sürekli olarak özel yapışkan taşımaktaydı. Danimarka Kralı II. Friederic Kopenhag'dan 20 km mesafede olan küçük Ven Adası'nda onun için Uraniborg (Gök Kasrı) isimli gözlemevi yaptırdı (1580-İstanbul Rasathanesi yıkılırken). Tabii ki, bundan önce de onun çok sayıda gözlem sonuçları vardı. Hamisinin ölümünden sonra, o, Danimarka'yı terk etti ve Prag'da II. Rudolf'un yanında saray matematikçisi (hem de yıldız falcısı vs.) olarak çalışmalarına devam etti. 1600'da daveti kabul eden Kepler, bir sene sonra, onun ölümüyle, 35 senelik titiz gözlemlerin bir hazine niteliği taşıyan zengin sonuçlarının tek varisi oluverdi.

Sonuçta, meşhur "Kepler yasaları"na götürecek olan azami ve hummalı çalışma işte bu noktadan başladı. Kepler'in kendi deyimine göre, artık "muhteşem bir bina" (yasalar) inşa etmek için gereken malzemeler vardı ve bunu gerçekleştirecek mimarı bekliyordu. Oysa bana göre Kepler'in yaptığı işi bir mimariden daha çok, tonlarca kumu yıkayarak "altın" bulan kişinin veya yine de tonlarca uranyum madenini kazanda kaynatarak, ondan 1 gr miktarında radyoaktif radyumu ayırmayı başaran Marie ve Pierre Curie'lerin işine benzetirsek daha gerçekçi oluruz. Paralelliği devam ettirirsek her iki keşif de iyi ve kötü amaçlarla kullanılmaktadır. Curie'lerin keşifleri sonucunda ortaya çıkan nükleer bombaları hedefe taşıyan roketler, Kepler'in belirlediği yasalar çıkan uygun yörüngeler boyunca hareket etmek zorundadırlar. Bu yasalar üç tanedir; şimdi bunları sırasıyla ele alalım.

Kepler'in 2. yasası (1601)

Bu yasayı Kepler, Mars gezegeninin 1580-1600 tarihleri arası gerçekleşen on tane karşı durmasının Brahe tarafından gözlemlenmesinin sonuçları üzerine yoğunlaşarak bulmuştu. Karşı durma, Güneş'le gezegenin Dünya'dan 180 dereceli açı altında, ters yönlerde bulunması ve buna göre de daha net bir biçimde gözlemlenebilir olması durumuna denir. Belli olmuştur ki, yörünge çevre değil, oval biçimindedir ve de gezegenin hızı yörünge boyu sabit kalmayıp değişmektedir. Tam bu sırada, Kepler sona ("mezara") kadar sadık kalacağı "simetri prensibi"nden yola çıkarak, bu "değişen" içerisinde var olması gereken bir "değişmeyeni" aramaya koyulmuş ve bunda başarılı olmuştur. Acaba neydi bu değişmez? İşte bu sorunun yanıtı Kepler'in 2. yasasını oluşturmakta: **Gezegenin yörünge boyu hareket hızı, onu Güneş'e "bağlayan doğru parçasının" (yarıçap) eşit zaman aralıklarında eşit alanlar "süpüreceği" şekilde değişir.** Sonuç olarak bu sabitliği korumak için, gezegenin hızı

Güneş'ten olan mesafesiyle ters orantılı olarak değişmeli, yani Güneş'e yakınlaşırken artmalı, ondan uzaklaşırken ise azalmalıydı ki, gözlem sonuçları da bunu kanıtlamaktaydı. Simetri açısından ise bu yasa, düşünsel olarak iki tür yorumlanabilir. Gezegenin hızla bağlı kinetik enerjisini, yörünge boyunca kütle ($E = mc^2$) yoğunluğu olarak ele alırsak, Güneş-yörünge sisteminin merkezi Güneş'in merkezinde ve dengeli durumda olması için "kütle yoğunluğunun" Güneş'e yakın mesafede çok, uzak mesafede ise az olması lazım. Yasanın bir diğer düşünsel yorumu ise, gezegenin tam enerjisinin değişmezliği ile bağlanabilir. Gezegen Güneş'ten uzaklaştığı zaman onun potansiyel (gizli) enerjisi arttığından, toplamın sabit kalması için onun kinetik enerjisinin, yani hızının azalması gerekmektedir ve tersine.

Kepler'in 1. yasası (1605)

Evet, yörünge boyu sürekli değişen hız için invaryant-değişmez bulunmuştur, fakat Güneş'ten olan değişen mesafe için böyle bir değişmez henüz bulunamamıştır. Bunun için, yani yörüngenin asıl formunun keşfi için daha 4 sene çaba sarf etmek, gözlem sonuçlarını bir daha incelemek, yeni varsayımlar oluşturmak ve onları denemek gerekecekti. Kepler'e göre, "Gerçek nerdeyse çemberle ovalin arasında bir yerde olmalı, sanki Mars'ın yörüngesi tam da bir elipstir". **Elips, düzlemde verilen iki noktadan (F_1 ve F_2) mesafelerinin toplamı sabit olup $2a$'ya eşit olan noktaların geometrik yeri olan kapalı eğridir.** Elips bir çapı doğrultusunda merkeze doğru basık bir çember olmakla, büyük çapı odak noktalarından geçiyor ve uzunluğu $2a$'dır. Küçük çapı $[F_1, F_2]$ parçasının orta dikeyidir ve uzunluğu $2b$'dir. Eğer odaklar arasındaki mesafe $2c$ olarak alınırsa, a, b, c arasında, a hipotenüs olmakla Pisagor bağıntısı sağlanmaktadır: $a^2 = b^2 + c^2$.

Kepler yörüngenin elips olduğuna inanıyordu, fakat Güneş'in bu elipsin merkezinde (çapların arakesiti noktasında) alınmasından dolayı, elips yörüngeden yola çıkarak yapılan hesaplar gözlem sonuçlarına uyum sağlamıyordu. Tabi, elips düşüncesine varmadan önce değişik oval biçimler (az basık, çok basık vs.) denenmiş ve uyum sağlamadıklarından dolayı "çöpe atılmışlardı". Nerdeyse elips yörünge de ötekilerle aynı talihi paylaşacaktı ki, Kepler Güneş'i merkezden "kaldırıp", odak noktalarından birine "koydu" ve tüm "taşlar" sanki bir mucize eseri gibi birer birer yerlerine oturmaya başladı. Ve belli oldu ki, "**Gezegenin yörüngesi, odak noktalarından birinde Güneş'in yerleştiği elipstir**". Kepler'in birinci yasası denilen kuram işte budur. Bunun değişmezi ise, gezegenin Güneş'ten ve Güneş'i olmayan diğer odak noktasından ("kör nokta") mesafelerinin toplamıdır ki, bu toplam büyük çapın uzunluğuna eşit olmakla hep sabit kalmaktadır. Bu iki yasayı, bu muhteşem sonuçları içeren kitap, 1609 yılında, *Astronomia Nova* (Yeni Astronomi) adı altında Heidelberg'te yayımlanmıştır. Kepler'in kendi deyimine göre, "…karşısına çıkan her şeyi el yordamıyla kontrol etmek suretiyle, nihayet batılın zifir karanlığından, gerçeğin parlak aydınlığına çıkmayı başarmıştır." Ve bunda da onun ilk kitabının ve de bir değişmezin varlığına olan inancının rolünü bir kez daha hatırlatmakta yarar vardır diye düşünüyorum.

Kepler'in 3. yasası

Ayrıntılara girmeden hemen belirtelim ki, Kepler'in hayatının son dönemleri hep olumsuzluklarla dolu olmuştur. Gerçi Brahe'nin vefatından sonra II. Rudolf onu saray matematikçisi olarak atamıştı, fakat onun ölümünden sonra işler kötüye gitti ve Kepler ailesi ile Lunz Şehri'ne taşındı. Burada eşi ve üç çocuğu öldü (1611) ve o, yeniden evlenerek dört çocuk babası oldu. Onu sürekli takip eden para yetersizliği, Protestan, Katolik ve Kalvinistler arasında süren çatışmaların olumsuz etkileri, yerli kralların değişik oyunları azmış gibi, bir de 1616'da annesini cadılıkla suçlayarak tutukladılar ve ateşte yakılma talebiyle yargılamaya başladılar.

Astronomi ve diğer bilimsel çalışmalarının yanı sıra, sürekli olarak annesinin savunmasını da üstlenen Kepler, tüm bu zorluklara rağmen 1619 yılında, kendi deyimi ile hayatının en önemli yapıtı olan *Evrenin Uyumu* (*Harmonices Mundi*) adlı eserini ortaya koymayı başardı. Beş kısımdan oluşan kitapta diğer ilginç bilgilerin yanı sıra, 5. kısımda, kitabın yazılmasının asıl nedeni olan 3. yasa da yer alıyordu. 1. yasada mesafe, 2. yasada ise sadece hız yer aldığı halde, 3. yasada mesafe ve zaman yer almaktaydı. Ayrıca ilk iki yasa ayrı ayrı gezegenlere mahsus değişmezler ortaya koyduğu halde, 3. yasa Güneş Sistemi'nin tüm gezegenlerine mahsus olan ortak bir değişmezi tespit ediyordu. Neydi bu değişmez acaba? Bu bir orandır: "**Gezegen yörüngesinin büyük yarıçapının küpünün, onun Güneş etrafındaki bir tam devri için gereken zamanın karesine olan oranı, Güneş Sistemi'nin tüm gezegenleri için değişmez olarak sabit kalır**". 3. Kepler yasası da işte budur!

Bu fikir ilk defa (tabi uzun çalışma ve düşünmelerin sonucu olarak) 8 Mart 1618'de aklına gelmiş, fakat hesapta yaptığı hatadan dolayı, yanlış bir karar diye "çöpe atılmıştı". Fakat aynı yılın 15 Mayıs'ında, tutkulu bir merak sonucu bir daha, bu sefer kusursuz hesap yaptıktan sonra, bir önceki hatasını anlamış ve çöpe attığını alarak, başına taç yapmıştır. Bu bölüme son vermeden önce başka bir paralele, Kepler-Arf paraleline göz atalım. Şafak Alpay'ın da ifade ettiği gibi "...Cahit Hoca'nın her probleme özgün bir yaklaşımı vardı. Yaklaşımların ortak yanı daima değişmez olanların aranmasıdır". Ekleyelim ki, onların her ikisinin de değişmezi aramak ve bulmak tutkusu, Zweig'in meşhur "Amok"una konu olacak düzeydeydi bana göre.

Final: Kaçınılması olanaksız son

Başlangıcı olan her şey gibi, Kepler'in yaşamı da sona yaklaşmaktaydı. Bu arada onun diğer iki eserini, optik olayların incelenmesini içeren *Dioptrice* (1611) ve gezegenlerin değişik zamanlardaki yerlerini yüksek kesinlikle belirleyen *Rudolf Cetvelleri*'ni (1627) hatırlatalım sadece. Meşhur 30 Yıl Savaşları'ndan (1618-1648) dolayı uzunca bir süre maaşını alamamış ve geçimini sürdürmesi çok zorlaşmıştı. 2 Kasım 1630'da Kepler, Devlet Kurumu toplantısı yapılan Regensburg Şehri'ne gitti. Amacı kendisine bir emeklilik maaşının bağlanmasını sağlamaktı. Fakat buna gerek kalmadı, Regensburg onun son durağı oldu. Orada hastalanan Kepler, 15 Kasım 1630'da ebediyete intikal etti ve orada toprağa verildi. Sade olan mezar taşı üzerine kendine mahsus bir ikili yazılmıştı:

"Ben gökleri ölçerdim, şimdi Dünya'nın gölgeleridir ölçtüğüm,

Ruhum sürekli olarak gökleri dolaşıyordu; burada yatansa tenimin gölgesidir sadece."

30 Yıl Savaşları sırasında, 1631'le 1634 yılları arası Regensburg üç defa savaş meydanı olmuş ve Kepler'in mezarından geriye sadece kuru hatıra kalmıştır. Onun emekliliğine bir türlü kavuşamayışı hafızalarda Türk'ün ünlü şairi Muhammed Fuzuli ile bir paralellik çağrıştırmaktadır. Osmanlı Hanedanı ona aylık 9 akçe olarak emeklilik maaşı bağlamış, fakat yaşlı şair bürokratik engeller yüzünden bir türlü bu maaşını alamamış. Nihayet *Şikayetnâme* adlı meşhur mensur mektubundan sonra, birikmiş maaşı Kerbela'ya giden bir kervanla kendisine gönderilmiş. Fakat kervan bir kapıdan şehre girdiğinde (1556), Fuzuli'nin nâşı diğer kapıdan son yolculuğuna uğurlanıyordur artık. Kepler'in ölümünden sonra geriye kalan eşyalarına gelirsek, bunlar yeterince taşınılmış bir mont, birkaç kuruş, iki gömlek, 57 (!) tabela, 27 tane basılmış kitap, çok sayıda elyazması (Bunlar 200 yıl sonra 22 cilt olarak basılacaktı) ve 29 bin florin ödenilmemiş maaş. Burada yine hafızalara bazı paralellikler geliyor. Sovyetler Birliği'ni 30 sene yönetmiş, 2. Dünya Savaşı'ndan ülkesini zaferle çıkarmayı başarmış İ. V. Stalin 1953'te öldüğünde, çalışma masasının çekmecesinden 30 ruble tutarında borç kâğıdı çıkmış. Belli olmuş ki, bu para, kızına vermek için personel daire başkanından alınmıştır.

Sonuç veya ölümden sonraki ebediyet yolculuğu

Yukarıda da kaydettiğimiz gibi, Kepler'den geriye kalan elyazmaları yüzlerle insanın katkısıyla, 200 sene sonra 22 cilt olarak yayımlanmıştır. Ebediyet yolculuğu bu olmayıp da ne oluyor? Bu konuda, o, birer matematik dehaları olan Euler ve Weierstrass'la aynı kaderi paylaşmıştır. Özellikle Alman matematikçisi, matematikte titizlik sembolü gibi bilinen Weierstrass'ın ders notları ölümünden sonra yeni teoriler olarak basılmış ve dünya çapında büyük ilgi görmüşlerdi. Meğer o, öğrencilerine henüz kimsenin bilmediği yeni teoriler anlatırmış, tam da "mutfaktan ve sıcağı sıcağına".

Kepler olmasaydı ne olurdu peki? Bir defa Newton gibi bir devin meydana çıkma olasılığı sıfır olmasa bile ("Ya tutarsa…"), bir hayli düşük olurdu kesinlikle. Çünkü Newton'u bir dev yapan genel çekim yasası tamamen Kepler'in yasaları üzerine inşa edilmiş durumda. Newton olmayınca, bu sefer kaybolma sırası öteki devlere ve de ilk olarak Einstein'a yetişirdi hiç kuşkusuz. Yani büyük bir ihtimalle insanlık bilim ve maneviyatça çok daha yoksun kalırdı. Ne mutlu bizlere ki, beşer evladının Kepler ve onun benzeri olan selefleri varmış.

Bir iki "uygulama" örneği

Tabi bu örnekler uygulamadan ziyade, yasaların doğruluğunu bir daha kanıtlama karakteri taşıyacaktır.

1) Bilindiği üzere Jüpiter'in yörünge yarıçapının Dünya'nınkine olan oranı yaklaşık 5,2, onların periyotları oranı ise yaklaşık 11,9'dur. 3. yasa gereği birinci oranın küpünün yaklaşık olarak, ikinci oranın karesine eşit olması lazım.

Gerçekten $(5,2)^3$ yaklaşık 140,61 ve $(11,9)^2$ yaklaşık 141,61 olmakla, bu eşitlik sağlanmış durumda.

2) Dünya yörüngesinin yarıçapı yaklaşık 150 milyon km, Mars'ınki ise 228 milyon km, bunların devir periyotlarının ise uygun olarak 365 ve 687 Dünya günü olduğu bilinmektedir. $(228 / 150)^3 = (1,52)^3 = 3,5118$ ve $(687 / 365)^2 = (1,8822)^2 = 3,5427$ olması 3. yasanın doğruluğuna işaret etmektedir.

3) 4 Kasım 1957 yılında Sovyetler Birliği'nin Dünya etrafı yörüngesine çıkartmayı başardığı "Sputnik-1"("Yol Akadaşı-1") uydusunun Yer yüzeyine en yakın mesafesi (perihelide) 228 km, en uzak mesafesi ise (afelide) 947 km olduğunu bilerek, onun eliptik yörüngesinin a, b ve c parametrelerini bulalım. Dünyanın çapı 12.742 km olduğundan $a = (947+228+12742)/2 = 6958,5$ km olur. Öte yandan $c = (947-228)/2 = 359.5$ km olduğundan, $b = (a^2 - c^2)^{1/2}$ formülüne göre $b = 6949,2073$ km olarak buluruz.

Teşekkür: İlgilerinden dolayı Ali Gülbağ'a ve Uğur E. Kocamaz'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Y. A. Belıy, *Johannes Kepler*, Moskova, Nauka, 1971.
- Y. A. Danilov, Kepler ve onun '*Evrenin Uyumu*' eseri, Moskova, Nauka, 1978.
- H. Poincare, *Bilim Hakkında*, Nauka, Moskova, 1986.
- http://www.goldenmuseum.com/0404Kepler_rus.html
- http://kepler.nasa.gov/johannes/

Traiute de la Lumiere

Christiaan Huygens



TRAITE
DE LA LVMIERE.
Où font expliquées
Les caufes de ce qui luy arrive
Dans la REFLEXION, & dans la
REFRACTION.
Et particulierement
Dans l'etrange REFRACTION
DV CRISTAL D'ISLA
Par Monfieur CHRISTIAN HUYGENS, Seigneur de Zee
Avec un Difcours de la Caufe
DE LA PESANT

A LE
Chez PIERRE VANDE
MDC

Huygens ve ışığın doğası[*]

Der. Prof. Dr. E. Rennan Pekünlü

17. yüzyılda, Galilei ile başlayan deneysel yöntemler, en azından bilimsel konularda, Kilise'nin bencil, otoriter tavrını kırdı. İnsanın onurunu okşasın ya da okşamasın gerçeklerin peşine düşüldü. Bu yüzyılda Galilei'nin deneysel yöntemi diğer olgular üzerinde de denendi. Descartes, bir ortamdan bir başka ortama geçerken ışığın ortama giriş ve kırılma açılarını ölçtü ve yapmış olduğu ölçümlerden ışığın kırılmasına ilişkin deneysel bir yasa buldu. Pascal, hidrostatik konusunda çalıştı ve basıncın yükseklikle azaldığını buldu. Boyle, sabit sıcaklık altında sıkıştırılan gazın oylumunun nasıl değiştiğini saptadı. Newton, Galilei'nin mekanik deneylerini kendi mekanik bulgularıyla birleştirdi ve mekaniğin temel yasalarını buldu. Newton ve Huygens optikte bir dizi deneyler yaptı. 17. yüzyılda bilime yapılan katkılar, başlıca deneysel bilimcilerin çalışmalarından geldi. Sonuçlar çok çarpıcı değildi, bir sonraki yüzyılda da hızlı bir gelişme görülmedi. Bilimsel gelişmelerin hızlı olamamasının nedeni deneysel aygıtların kaba olmasında, deneycilerin de deney koşullarını tam olarak denetim altına alamamalarında yatar.

Bu yüzyılda gelişen atomist kuramların ilki maddenin atomist yapıda olduğunu savunan kuram değil, Newton'un ışık üzerine geliştirdiği kuramdır. Newton, **çifte kırılmanın** (birefringence), Huygens'in önerisi olan ışığın dalga doğasıyla değil, tanecikli yapıya (corpuscle) sahip olduğu varsayımıyla daha iyi açıklanabileceğine inandı. Ancak Newton'un kuramı kesin matematiksel bir kuram olmaktan çok kaba hatlı bir yaklaşımdı. Işığın 19. yüzyılda geliştirilen kuramı Newton'un değil Huygens'in varsayımının doğru olduğunu gösterdi.

Işığın dalga kuramı

17. yüzyılda Huygens ışığın dalga doğasına sahip olduğunu önerdi. Bu öneriye bir kanıt olmak üzere, birbirini kesen iki ışık demetinin birbirinden etkilenmeksizin kendi yollarına gittiğini gösterdi. Eğer ışık dalga doğasına sahipse

---

* Bu makale şu kaynaktan alınmıştır: E. Rennan Pekünlü, "Huygens ve ışığın doğası", *Bilim ve Gelecek*, Ocak 2007, Sayı: 35, s.36-37.

bunun beklenen bir durum olduğuna işaret etti. Diğer yandan, ışığın tanecikli doğasını savunan kuram, kesişen ışık demetlerinde ışık taneciklerinin çarpışması ve sonuçta ışık demetlerinin yatay olarak saçılması gerektiğini öneriyordu. Ancak Huygens'in bulduğu **çifte kırılma**, Huygens'in dalga kuramını yanlışlıyordu. Çifte kırılma olayı bir kristal içine giren ve orada yayılan tek renk ışığın (monochromatic light) iki ayrı ışık ışınına ayrıldığı durumdur. İkiye ayrılmış olan bu ışın demetlerinin frekansları aynı olmasına karşın kristal içinde yayılma özellikleri farklıdır. Işın demetleri kristal içinde aynı yolu izlemedikleri gibi, kristali terk ettikleri andaki kırılmaları da aynı değildir. Huygens, iki farklı özelliğe sahip bu ışın demetlerinin **boyuna** (longitudinal, yani yayılma yönünü işaret eden $\boldsymbol{k}$ vektörüyle dalganın $\boldsymbol{E}$ elektrik alan vektörünün birbirine koşut olduğu, $\boldsymbol{k} // \boldsymbol{E}$, durum) özellik gösterdiklerini varsaydığı için aynı frekansa sahip ışınların her birinin kendine özgü özelliklerini açıklayamadı.

Yüzyıl sonra Fresnel, eğer dalgalar boyuna değil de **dikine** (transverse, yani yayılma yönünü işaret eden $\boldsymbol{k}$ vektörüyle dalganın $\boldsymbol{E}$ elektrik alan vektörünün birbirine dik olduğu, $\boldsymbol{k} \perp \boldsymbol{E}$, durum) ise, çifte kırılma olayının ışığın dalga özelliğine karşı kullanılabilecek bir sav olmaktan çıkacağını gösterdi.

Huygens'in eşevreli yüzeyleri

Huygens'e, 17. yüzyıla dönecek olursak, Huygens, bir ortamın her noktasındaki kırılma indisinin biliniyor olması durumunda, bir tek yüzeyden eşevreli yüzeyler türetecek bir geometrik yöntem geliştirdi. Huygens'in bu geometrik yöntemi hem **yönbağımlı** (anisotropic) hem de **yönbağımsız** (isotropic) ortamlar için geçerlidir. Ancak bu incelemede yönbağımsız ortamı ele alacağız.

Kırılma indisi, $\mu = c / V$ (c, ışığın boşluktaki, V ise herhangi bir ortamdaki hızı) bir noktadan bir başka noktaya sürekli olarak değişen yönbağımsız bir ortam düşünelim. Kırılma indisinin bilindiğini varsayalım. Şimdi bir dalga treninin bu ortamda yayıldığını düşünelim. S, belli bir anda dalga cephesinin aynı evrede bulunduğu yüzeyi simgeliyor olsun. Huygens, dalga cephesinin her bir P noktasının tedirginlik özeği olduğunu ve **dalgacıklar** (wavelets) ürettiğini düşündü. Ortam yönbağımsız olduğu için P noktasında üretilen dalgacıklar her yöne aynı bir V hızıyla yayılacaktır. Küçük bir dt zamanı sonra bu dalgacık, özeği P noktası ve yarıçapı $V\,dt$ olan bir küre ile gösterilecektir. Ortamın P noktasındaki kırılma indisi bilindiğinden $V = c / \mu$ hızını hesaplar ve dolayısıyla küre yüzeyini oluşturabiliriz. Eğer dalga cephesindeki tüm P noktaları için benzer bir uygulama yaparsak, kırılma indisi sürekli olarak değiştiği için değişik yarıçaplara sahip sonsuz sayıda küre yüzeyi oluşturabiliriz.

Huygens'e göre, dalga cephesinin dt zamanı sonra ulaşacağı S′ eşevre yüzeyi, tüm dalgacıkların küresel yüzeylerine teğet olan yüzey olacaktır. Huygens dalgacıkların bu özgün davranışını açıklayamamış olmasına karşın bu görüşü doğruluğunu korumuştur ve biz S′ eşevre yüzeyini elde etmek için Huygens'in geometrik yapısını kullanabiliriz.

Dalga cephesinin dt zamanındaki geometrik yeri olan S′ yüzeyini elde ettikten sonra, bu yüzeyi temel alarak ve yukarıda betimlenen yöntemi kullanarak

Şekil. Plazma havuzu olarak bilinen CMA çizgesi. Manyetize plazmada yayılan dalgalar manyetik alan yönüne göre de isimlendirilir. Şeklin x-ekseni plazma yoğunluğunu y-ekseni de manyetik alan yeğinliğini gösterir. Manyetize plazma "ikili kırılma indisi" sergiler. Böylesi bir ortamdaki ışınım kaynağından çıkan sinyaller derhal iki farklı dalga biçemi (mode) olarak yayılır. Manyetik alan kuvvet çizgileri boyunca yayılan dalgalara Sağ(R) ve Sol (L) çembersel uçlaşmış (polarize olmuş) dalgalar, manyetik alana dik yönde yayılan dalgalaraysa O (Ordinary) ve X (Extraordinary) dalgaları denir. "İkili kırılma indisi" (birefringence) gösteren manyetize plazmada R ve L dalgaları veya O ve X dalgaları farklı özellikler sergiler (Boyd & Sanderson, 1969).

üçüncü eşevre yüzeyini oluşturabiliriz. Bu yolla istenilen sayıda ve uzaklıkta eşevre yüzeyler elde edilebilir. Işık ışınları, tanım gereği bu eşevre yüzeylere dik yörüngeler olacaktır.

Huygens ardışık eşevre yüzeylerini matematiksel olarak değil **esinle** (intuitive) gelen bilgi temelinde oluşturmuştur. Hemen hemen iki yüz yıl sonra Fresnel, dalga tepecikleri ve çukurlarının girişimi sonucunda eşevre yüzeyleri ve ışınların Huygens'in önerdiği gibi olacağını gösterdi. Fresnel'in çözümlemesi de tüm itirazları gidermeye yetmedi. Huygens'in modelinde başlangıçtaki S yüzeyine her iki taraftan da teğet olan iki tane S′ yüzeyi var. Bu yüzeylerin her ikisi de eşevre yüzeyleridir. Başlangıçta S yüzeyinde bulunan bir dalga tepesinin bu yüzeylerden birine doğru değil de diğerine doğru devinmesi için geçerli bir neden yok. Bu nedenle dalga tepelerinin başlangıç noktasından her iki yüzeye doğru aynı anda yayılacağını düşünebiliriz. Ancak gözlemler bu varsayımı doğrulamıyor. Çünkü bu varsayım bir ışık demetinde dalgaların ileri ve geri yönde gideceğine işaret eder. Bu durumda bir güçlükle karşılaşıyoruz: Huygens'in modeliyle, dalgaların yalnızca bir yöne doğru devindiği gerçeği aynı anda doğru olmuyor. Bu sorunu, dalagalara ilişkin temel matematiksel eşitliği çözen Kirchhoff çözdü. Kirchhoff, girişim etkisinin bir yöndeki dalgaları ortadan kaldırdığını diğer yöndekileri etkilemediğini gösterdi.

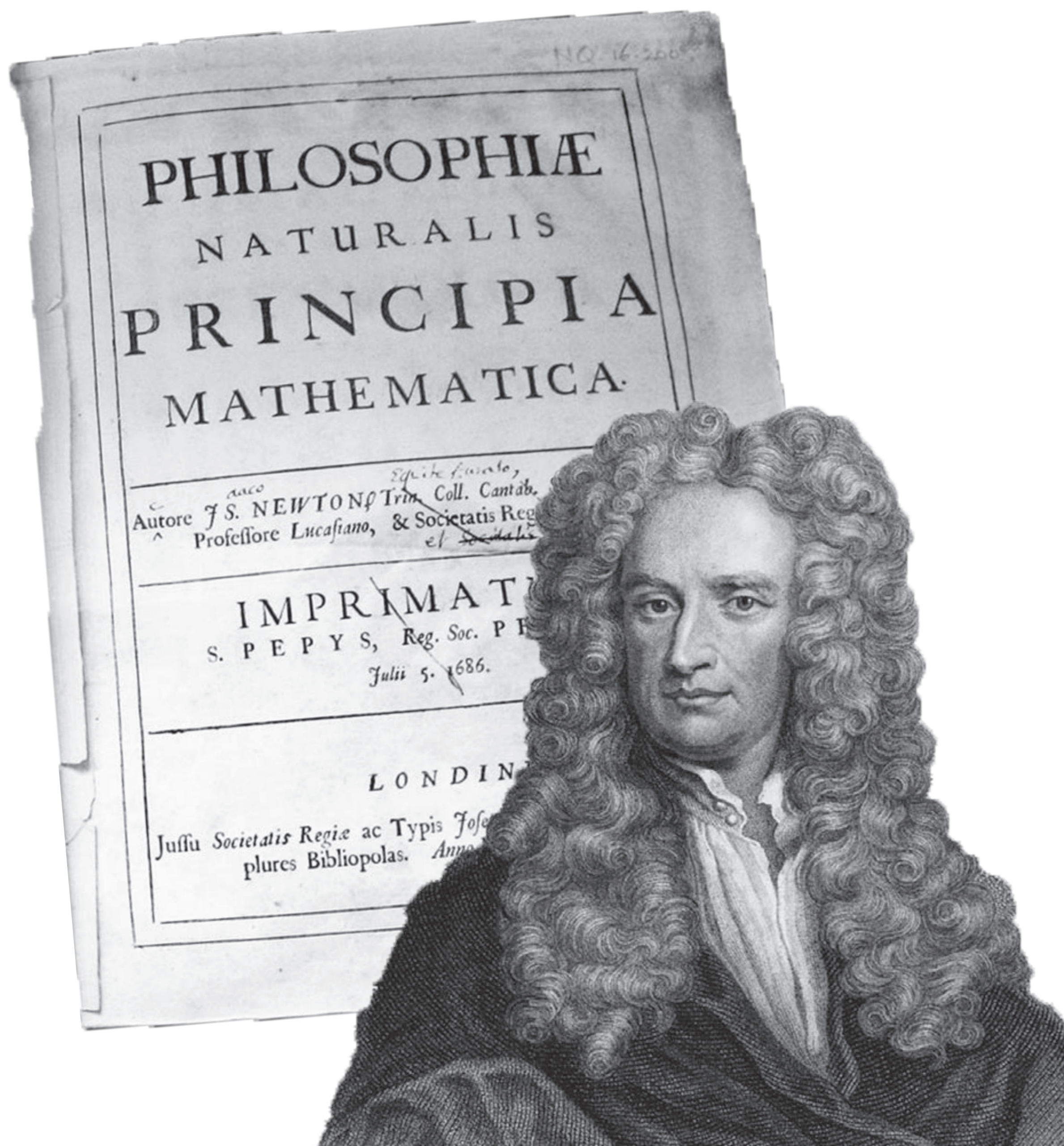
Huygens'in modeli **ışın optiği** (ray-optics) koşullarının sağlandığı durumda kullanılabilir. Bu koşulların sağlanmadığı durumda, Huygens'in modeli, girişim etkisi sorununda geçerli değildir, ışık ışınları ve eşevre yüzeyleri bulanıklaşır, geçersiz olur.

KAYNAKLAR

- A. D'Abro, *The Rise of the New Physics*, Vol. I, Dover Pub. Inc., USA, 1951.
- T. J. M. Boyd ve J. J. Sanderson, *Plasma Dynamics*, Nelson, London, 1969.

Principia Mathematica Philosophiæ Naturalis

Isaac Newton



Klasik fiziğin doruk noktası Isaac Newton*

Prof. Dr. Metin Hotinli

Çağdaş fiziğin "kurucu babası" Galileo Galilei'nin 8 Ocak 1642'de hayata gözlerini kapamasının üzerinden yaklaşık 11 ay geçmişti. Bir Noel günü, Londra'nın kuzeyindeki Woolsthorpe adındaki küçük bir kasabada, orta halli bir çiftçi ailesinin oğlu olarak, Isaac Newton dünyaya geldi.

Kopernik'in başlatmış olduğu Bilimsel Devrimin üzerinden ise 100 yıl geçmişti. Ancak hâlâ, yeni kuram iki büyük engelle karşılaşıyordu: Birisi, "sağduyu" denilen ve aslında alışkanlıklarımızdan kaynaklanan önyargılar; diğeri ise, en tehlikeli olanı "dinsel bağnazlık".

Yermerkezli Aristoteles evreni, aslında bilimsel amaçlı olarak yaklaşık 2000 yıl önce ortaya çıktı. Sonradan dinler tarafından "devşirme" yolu ile benimsenip dogmalaştırıldı. Tutucu çevreler tarafından "göze göz, dişe diş" savunulmaktaydı. Kopernik kuramının en ateşli savunucularından Galileo Galilei ileri yaşına rağmen Kopernik'in kitabının yayımından 90 yıl sonra, Engizisyon Mahkemesi tarafından tövbe ettirilmesi üzerine idam edilmekten kurtulup ömrünün sonuna kadar ev hapsinde kalmaya mahkûm edildi.

Newton doğduğu zaman, Galilei'nin mahkûmiyetinin üzerinden ancak 9 yıl geçmişti. Bu baskı ve sindirme ortamına rağmen Kopernik'in ölümünden beri geçmiş olan 100 yıl içerisinde yine de bir hayli yol alınmıştı. Rönesans döneminin getirmiş olduğu göreceli hoşgörü havası, Batı'da yeni bir insan tipi yetiştirdi: Kuşkucu, her konuyu sorgulayan, geleneksel inançlar ve din sultasından kendini arındırmaya çalışan, medeni cesaret sahibi aydınlar… Bu sürecin doğal sonucu olarak, bütün karşı çıkmalara rağmen, Kopernik kuramını benimseyen ve savunan biliminsanları yetişti.

---

* Bu makale şu kaynaktan alınmıştır: Metin Hotinli, "Klasik fiziğin doruk noktası: Isaac Newton", *Bilim ve Gelecek*, Mart 2005, Sayı: 13, s.8-12.

Yeni kuramın güç kazanmasına büyük katkı sağlamış olan biliminsanlarından bir tanesi de kuşkusuz Johannes Kepler'dir (1571-1630). Gezegenlerin hareketleri ile ilgili üç önemli yasayı, gözlem ve hesaplarına dayanarak ortaya koymuştu. Bu yasalar şöyledir:

1) Gezegen yörüngeleri, odaklarından bir tanesinde Güneş'in bulunduğu bir elipsdir (1609).

2) Bir gezegenin merkezini, Güneş'in merkezine birleştiren doğru parçası (radyus vektör), eşit zamanlarda eşit alanlar süpürür (1609).

3) Gezegenlerin Güneş çevresindeki dolanım sürelerinin kareleri, yörüngelerin büyük eksenlerinin küpleri ile orantılıdır (1619).

Kepler'in bu yasaları Newton'un kuramını kanıtlamasını sağlayacaktır.

Newton sahnede

Genç Newton'un yeteneği çok erken anlaşılmış ve daha henüz 19 yaşındayken, Cambridge Üniversitesi'ndeki Trinity College'de öğrenim görmeye başlamıştır. Şansı da yaver gider ve üniversitenin en iyi hocalarından Isaac Barrow'un öğrencisi olur. İleride hocasının emekli oluşundan sonra da 1669 yılında sadece 26 yaşında iken kürsünün başına geçecektir. 1665 yılında veba salgınından dolayı üniversitenin bir süre kapatılması üzerine, doğduğu yer olan Woolsthorpe Kasabası'na döner.

Rivayete göre, köyde bir elma ağacının altında oturmuş mehtabı seyrederken, önüne ağaçtan bir elma düşer. Herhangi başka birisi olsa belki elmayı alıp, mehtabı da seyrederek keyifle yerdi. Ancak Newton herhangi birisi değildi: O bir dehaydı. Bir süreden beri aklını kurcalayan bir konu vardı: yerçekimi. Düşen elma ile seyrettiği Ay arasında hemen bir bağlantı kurdu. Acaba elmanın yere düşmesine neden olan yerçekiminin etkisi Ay'a kadar uzanıyor mu? Ay'ın Yerküre çevresinde dolanması ile elmanın yere düşmesi arasında bir bağlantı var mı?

Bu hikâyeyi, büyük bir Newton hayranı olan ünlü Fransız filozof Voltaire İngiltere'yi ziyareti sırasında Newton'un yeğeninden dinlediğini söylemiştir. Voltaire'in bu anlatısı üzerine "Newton'un elması" efsanesi doğmuştur. Bazı biyograflar, bu hikâyenin yakıştırma olabileceğini söylemişlerse de Woolsthorpe'deki o ünlü elma ağacı 1820 yılında şiddetli bir kasırga sonucunda devrilinceye kadar Newton hayranlarının ziyaret yeri olmuş ve devrilmesinden sonra ağacın parçaları Londra'ya taşınarak "Royal Society"de koruma altına alınmıştır.

Newton, yerçekimi olayı üzerine düşünen ilk biliminsanı değildi. Kopernik, gökcisimlerinin küresel şeklinin yerçekimi kuvvetlerinin yarattığı büyük basınç sonucu oluştuğunu ileri sürmüştü. Kepler'in de buna benzer düşünceleri vardı ve okyanuslardaki gelgit olayını Ay'ın yeryüzündeki etkisinin kanıtı olarak gösteriyordu.

Bundan sonraki adım, gökcisimlerinin dolanım hareketlerinin yüzyıllardan beri sanıldığı gibi doğal bir hareket olmayıp, bir kuvvetin etkisi altında oluştukları düşüncesine varmaktı. Newton, elmanın yere düşmesine neden olan kuvvet ile Ay'ın Yerküre çevresindeki hareketinin aynı etkenden ileri geldiğine

inanmaya başlamıştı. Ancak bunu kanıtlamak için yerçekiminin uzaklık ile nasıl değiştiğini bilmek gerekiyordu. İlk akla gelen, bir kaynaktan yayılan ışığın etkenliğinin, uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalması olgusu ile benzetme yaparak, çekim kuvvetinin de aynı şekilde değiştiğini varsaymaktı. Bir ipin ucuna bağlanmış taş (sapan) döndürüldüğü zaman, taşın dairesel hareketinden ileri gelen merkezkaç kuvvet ile ipin gerilimi nasıl birbirini dengeliyorsa, Ay'ın da Yer çevresindeki dolanımından kaynaklanan merkezkaç kuvvet ile yerçekiminin birbirlerini dengelediğine inanıyordu Newton. Huygens, 1673 yılında merkezkaç kuvvetin dönen cismin hızının karesi ile orantılı ve dairenin yarıçapı ile ters orantılı olduğunu göstermişti. Diğer taraftan Galilei ve daha sonra başka biliminsanları tarafından birçok kez tekrarlanan deneylere göre, yeryüzünde serbest düşen cisimlerin hızlarının nasıl arttığı (ivmeleri) ölçülmüştü. Eğer Ay'ın hareketi de Newton'un düşündüğü gibi yeryüzündeki cisimlerin düşüşüne neden olan çekim kuvvetinden ileri geliyor ve bu kuvvetin Ay uzaklığındaki etkisi uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalıyorsa (o zaman Ay'ın uzaklığının Yerküre'nin yarıçapının 60 katı olduğu biliniyordu) bu kuvvetin Ay uzaklığındaki şiddeti yeryüzündekinden $(60)^2 = 3600$ kere daha az olacaktır.

Newton, bu basit hesabı yaptı, ancak iki değer arasında tam bir uyum yoktu. Düş kırıklığına uğrayan Newton bu konuyu bir kenara bıraktı, başka konulara yönelerek, optik ve matematikle uğraşmaya başladı. Her lise öğrencisinin, fizik deneylerinden bildiği gibi ışığın bir prizmadan geçtikten sonra renklere ayrılması olayını (spektrum = tayf) ilk kez Newton ortaya koymuştur. Matematik çalışmalarına gelince, o dönemde "flüksiyonlar" hesabı denilen, bugün ise diferansiyel ve integral hesap dediğimiz matematik yönteminin temellerini attı. Ünlü Alman filozof ve matematikçi Leibniz de aynı matematik konuları üzerinde çalışıyordu. İleride Newton ile Leibniz arasında konunun öncelikle kimin tarafından ele alındığı hakkında karşılıklı yazışmalar yoluyla süren uzun bir tartışma çıkacaktır. 1679 yılında "Royal Society"nin bir toplantısına katılan Newton, oradaki bazı meslektaşlarından Fransız rahip ve gökbilimci Jean Picard'ın yeni ölçümler yaparak 1 derecelik boylam yayının uzunluğu için 57,065 "toises" (o zaman Fransa'da kullanılan uzunluk ölçüsü) bulmuş olduğunu öğrendi.

Bu ölçümün karşılığı 69 İngiliz mili idi. Oysa Newton, daha evvelce yapmış olduğu hesaplarda 1 derecelik boylam yayının uzunluğu için (İngiliz denizcilerinin o zaman kullandıkları miktar olan) 60 mil kabul etmişti. Bundan dolayı, Yer'in çevresi ve Yerküre'nin yarıçapı için bulmuş olduğu değerlerin yanlış olduğunu anladı. Hesaplarını Picard'ın değerlerini kullanarak yeniden yaptı ve merkezkaç kuvvetten ileri gelen ivme ile çekim kuvvetinden ileri gelenin denk geldiğini gördü. Çekim kuvvetinin uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azaldığı varsayımı doğruydu. Bundan sonra yapılacak şey, çekim kuvvetinin (uzaklıkların kareleri ile ters orantılı ve kütleler ile orantılı olduğu varsayımının) genel olarak diğer gökcisimlerinin hareketlerine de uygulanabileceğini matematiksel olarak kanıtlamaktı. İlk önce çözmesi gereken bir problem vardı: İki küresel cismin çekimlerinde bütün kütlenin kürelerin merkezinde toplanmış gibi varsayılabileceğini göstermek. O çağın matematik bilgisi ile gerçek-

leştirilmesi çok zor bir problemdi. Newton'un biyografları Ay üzerinde yapmış olduğu ilk deneme hesaplarından sonra konuyu uzun süre bekletmiş ve ancak 20 yıl sonra yayımlamış olmasının nedeni olarak, bu süre içerisinde bu çetin problemi çözmek için yeni matematiksel yöntemler (diferansiyel ve integral hesap) geliştirmekle meşgul olmasını göstermektedirler. Geliştirdiği bu yeni yöntemler, sonunda problemi çözmesini sağladı.

Newton, kuramını gezegenlerin hareketlerine uygulayabilmek için Kepler'in daha önce sözünü ettiğimiz üç yasasından faydalandı ve gösterdi ki bu üç yasanın gereği olarak öngörmüş olduğu çekim yasası çıkıyor. Buna karşılık çekim yasası kabul edilirse, bunun sonucu olarak da Kepler'in üç yasası elde ediliyor.

Principia ve doğan tartışmalar

Hesaplarını başarıyla tamamlamış olan Newton, sonuçları bir kitap halinde birleştirerek basılmak üzere 1686 yılında "Royal Society"ye sundu. Ancak yeterli para derneğin kasasında olmadığı için kitap hemen basılamadı. Yakın arkadaşı ve aynı zamanda derneğin sekreter yardımcısı olan Edmund Halley'in gayreti ve bir miktar da maddi katkısı ile kitap bir yıl gecikme ile 1687 yılında *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis* adı ile yayımlandı. Kısaca *Principia* olarak da adlandırılan Newton'un başyapıtı yayımlanır yayımlanmaz karşı çıkanların da sesi bütün şiddetiyle koro halinde yükselmeye başladı. Karşı çıkanların başını iki ünlü isim çekmekteydi: Huygens ve Leibniz. Huygens, Newton'un yapmış olduğu hesapların doğru olduğunu kabul ediyor ancak birbirinden bu kadar uzak olan gökcisimlerinin arasında hiçbir temas olmadan, uzay boşluğunda bir kuvvetin etkisinin olabileceğine inanmıyordu. Leibniz de *Principia*'yı okuduktan sonra Ekim 1690'da Huygens'e göndermiş olduğu bir mektupta, aynı kaygıları dile getirmişti. Her ikisi de Newton'un çekim kuvveti diye ileri sürdüğü şeyin nedeninin açıklanması gereken gizemli bir şey olduğunda birleşiyorlardı. Yapılan eleştiriler sadece çekim yasası ile de sınırlı kalmıyordu. Newton, kurmuş olduğu mekaniğin temel denklemlerinin "mutlak uzay"da geçerli olduğunu varsayıyor ve şöyle bir tanımlamasını yapıyordu: "Mutlak uzay, doğası gereği dıştaki hiçbir şeyle bağlantılı olmayarak daima kendine benzer şekilde ve hareketsiz durur". Biraz metafizik kokan bu tanımlama, herkesin oybirliği ile tartışmasız onaylayacağı kadar açık değildi. "Mutlak uzay hareketsiz durur" tanımlamasındaki çelişkiyi görmemek olanaksızdır. Hareket, "mutlak uzay"a göre saptandığına göre uzayın hareketsiz durduğu neye göre saptanacaktı?

Huygens ve Leibniz'in başlatmış oldukları tartışmalar, biliminsanları arasında yıllarca sürecek, ancak kuramın başarı ile uygulanmaya başlamasından sonra güncelliğini kaybederek, küllenmeye yüz tutacaktır.

Peki, nasıl oldu da bu kadar karşı çıkılmasından sonra Newton kuramı yandaşlar bulmaya başladı? Karşı çıkanlar zaman içerisinde ikna mı oldular? Burada ünlü Alman fizikçi Max Planck'ın bir sözünü hatırlatmamız sorunun yanıtını verecektir. Planck diyor ki, "Yeni bir bilimsel kuram ona karşı çıkanları ikna etmek yoluyla yerleşmez. Karşı çıkanlar zamanla yok olurlar. Onların yerine yeni bir genç kuşak gelir. Önyargıları olmayan bu genç kuşak yeni kuramı benimser ve uygulamaya başlar". Ve bu uygulamalar başarılı olursa kuram yerleşir.

Kuyrukluyıldızla gelen kanıt

Newton'un çekim yasasını uygulamak istediği bir alan da kuyrukluyıldızların hareketiydi. Güneş'in çekim etkisi ile gökcisminin çizeceği yörüngenin çekim yasası gereği bir koni kesiti (daire, elips, parabol, hiperbol) olması gerekiyordu. Kuyrukluyıldızların (komet) da gezegenler ile aynı çekim yasasına uyduklarına ancak yörüngelerinin çok basık elipsler (büyük eksantirisiteli) veyahut da parabol veya hiperbol gibi açık yörüngeler olduğunu düşünüyordu Newton. *Principia*'nın basılmasında büyük katkısı olan yakın dostu Edmund Halley, Newton'un bu varsayımını ilk uygulamaya koyan kişi oldu. Kasım 1682 yılında Greenwich'de parlak bir komet gözlemişti. Bu kometin yörüngesinin hesabı için Newton tarafından önerilen yöntemi uyguladı. Halley daha evvel de aynı yöntemle Kepler'in 1607 yılında gözlemiş ve gökyüzündeki durumunu izleyerek kaydetmiş olduğu kometin yörüngesini hesaplamıştı ve gördü ki 1682'de gözlediği kometin yörüngesi ile 1607'de Kepler'in gözlemiş olduğu kometin yörüngeleri aynı. Eğer 75 yıl ara ile gözlenen bu iki komet aslında aynı kometin art arda iki gelişi ise o zaman daha evvelce de gelmiş olması gerekirdi. Araştırması sonucu arşivlerde 1532 yılında da bir kometin gözlenmiş olduğunu buldu. Artık Halley kesin olarak varsayımının doğruluğuna inandı ve 1758 yılında aynı kometin tekrar geleceğini ilan etti. Ancak 75 yıl sonra kendisinin bu olayı gözlemesinin olanaksızlığını da bildiğinden, eğer öngörüsü doğru çıkarsa bunun bir İngiliz tarafından yapılmış olduğunun anımsanmasını istedi.

Halley'in öngörüsünün gerçekleşmesine az bir zaman kalmıştı. 18 yaşında Fransız Bilimler Akademisi'ne üye olacak kadar yetenekli bir matematikçi olan Alexis Clairaut (1713-1765) söz konusu kometin yörüngesini yeniden ve daha geliştirilmiş yöntemler uygulayarak hesapladı ve kometin Güneş'e en yakın durumu olan "perihel"den 1759 Nisan'ında geçeceğini (1 aylık bir belirsizlik ile) açıkladı. Komet, 12 Mart 1759'da perihelden geçti.

Bu geçiş Newton teorisinin büyük bir başarısı olarak kabul edildi ve Halley'in vasiyetine uyularak da adına Halley Kometi dendi. Daha sonraki geçişleri de gözlenen bu komet, geniş halk kitleleri arasında en tanınan kuyrukluyıldız oldu.

Newton'un Saatçibaşı Tanrısı

Newton kuramının bu başarılı uygulamalarına rağmen, teorinin karşılaştığı hiçbir zorluk da yok değildi. Aslında bu zorluklar kuramın yapısından kaynaklanıyordu. Sadece iki gökcisminin hareketi incelendiği zaman çekim yasasının tam bir matematiksel çözümü elde edilebiliyordu. Ancak bir üçüncü cisim de olduğu zaman "üç cisim problemi" için tam bir analitik çözüm bulunamıyor ancak bazı özel yöntemler ile yaklaşık çözümler elde edilebiliyordu.

Newton bunu görmüş ve kuramının uygulamasında karşılaşmış olduğu bu çetin matematiksel zorlukların tümünün üstesinden gelememiş olmanın verdiği kötümserlik havası içerisinde Güneş Sistemi'nin içindeki cisimlerin karşılıklı etkileşimi sonucunda zamanla dağılabileceğini, Tanrının ara sıra sistemi tekrar düzene sokması gerektiğini ileri sürmüştü. Böylece Tanrı, bir mutlakiyet idaresinin, her buyurduğu yasa olan hükümdarı durumundan indiriliyor, ancak bir "meşrutiyet" idaresinin başı olarak kalıyordu. Artık rolü,

kurulu düzen rayından çıktığı zaman tekrar yörüngesine oturtarak yasaların korunması ile sınırlandırılmıştı. Newton'un bu "saatçibaşı-Tanrı" kavramına çağdaşları bile güldüler. Alman filozof ve matematikçi Leibniz şöyle diyor: "Her şeye gücü yeten Tanrının ara sıra saatini kurması gerekiyor, aksi halde saat duracak… Çünkü durmadan işleyebilen mekanizma yapacak kadar beceri gösterememiş. Ara sıra da bir saatçibaşı gibi makinesini temizlemesi ve onarması gerekiyor".

Aydınlanma dönemine geçiş

Sonraki yüzyılda gelen genç matematikçiler, Newton'un karşılaşmış olduğu matematiksel güçlüklerin büyük bir kısmını yenmeyi başardılar. Özellikle Fransızlar'ın Newton'u diye tanımlanan matematikçi Pierre Simon de Laplace (1749-1827) Güneş Sistemi içerisindeki hareketlerin hiçbir doğadışı veya doğaüstü gücün karışmasına gerek olmaksızın Newton çekim yasasının matematiksel sonucu olarak açıklanabileceğini gösterdi.

Napolyon ile Laplace arasında geçmiş ve Newton kuramının parlak başarıları karşısında biliminsanlarında egemen olmaya başlayan "Aydınlanma Çağı"nın akılcı felsefesini yansıtan bir konuşma oldukça ilginçtir. Büyük biliminsanı ile karşılaştığı bir gün Napolyon ona şu soruyu sordu: "Çalışmalarınızı gördüm, çok beğendim. Ancak bir şey dikkatimi çekti, hiçbir yerde Tanrıdan söz etmiyorsunuz". Laplace'ın ünlü yanıtı şu oldu: "O varsayıma, gerek duymadım".

Kara bulutlar

1781 yılında Alman asıllı İngiliz gökbilimci William Herschel yeni bir gezegen bulmuştu: Uranüs. Yeteri kadar gözlem yapılınca yeni gezegenin yörüngesi hesaplandı ve (diğer gezegenler için yapılmakta olduğu gibi) çeşitli tarihlerde gökyüzünde bulanacağı yerler cetveller (efemeridler) halinde yayımlandı. Ancak bir süre sonra görüldü ki yeni gezegenin gökyüzünde izlemekte olduğu yol hesap edilmiş yörüngesi ile elde edilmiş olan efemeridlerin verdiği değerlere uymuyor. Bu durum karşısında akla ilk gelen, hesaplarda bir yanlışlık olmasıydı. Bütün hesaplar yeniden yapıldı ve hiçbir yanlışlığın olmadığı görüldü. O halde ne olabilirdi ki? Acaba gök mekaniğinin temellerinde mi bir yanlışlık vardı? Şimdiye kadar gezegenlerin, kuyrukluyıldızların hareketlerini ileride oluşacak Güneş ve Ay tutulmalarını yıllarca öncesinden (büyük bir duyarlılıkla) haber veren gök mekaniği, bu görkemli yapıt, yeni bulunan bir gezegenin kaprisleri yüzünden yıkılacak mıydı? Newton kuramı üzerinde kara bulutlar dolaşmaya başlamıştı. Bu ciddi bunalımdan kuramı kim kurtaracaktı? O sırada birisi Fransa'da Paris Gözlemevi'nde, diğeri İngiltere'de Cambridge Gözlemevi'nde çalışan iki genç gökbilimci hesaplar ile gözlemler arasındaki uyumsuzluğun, teorinin yetersizliğinden olmayıp, Uranüs Gezegeni'nden daha uzakta bulunan bilinmeyen bir başka gezegenin etkisinden kaynaklandığını ileri sürdüler. Fransız astronom Le Verrier, yaklaşık 1 yıl süren uzun hesaplardan sonra, bilinmeyen gezegenin nerede bulunması gerektiğini 31 Ağustos 1846'da (İngiliz meslektaşı John Couch Adams'dan evvel) yayımlandı. Genç Fransız gökbilimci Urbain-Jean-Joseph Le Verrier'nin bildirmiş olduğu yere dürbünle bakınca

gerçekten gezegenin orada bulunduğu saptandı. Böylece yaklaşık 100 yıl evvel Halley Kometi'nin gelişiyle ilgili öngörüden sonra, Newton kuramının yeni bir başarısı elde edilmiş oluyordu.

Newton mekaniğinin gerek gökyüzünde, gerekse yeryüzünde uygulamaları o kadar başarılı olmuştu ki vaktiyle yapılmış olan eleştiriler üzerinde artık pek fazla durulmuyordu ve kuram ileriki yıllarda başarıdan başarıya koşarak uygulandı.

Newton'dan sonrası

Bilimin, devamlı olarak kendisini eleştiren ve yenileyen doğası gereği, hiçbir zaman büsbütün terk edilmemiş olan "mutlak uzay" tartışmaları, 19. yüzyılda yeniden canlandı. Fransız fizikçi ve bilim tarihçisi Pierre Duhem (1861-1916), matematikçi Henri Poincare (1854-1912) ve özellikle de Avusturyalı fizikçi Ernst Mach (1838-1916) bu konuyu enine boyuna irdelemeye devam ediyorlardı. 1881 yılında, fizikçi Albert Michelson astronomik gözlemler sonucu bilinen Yerküre'nin Güneş çevresindeki hareketini, fizik laboratuvarında gerçekleştirilen bir optik deneyle kanıtlamak istedi. Michelson ve Morley tarafından pek çok kez tekrarlanan deney hiç beklenmedik bir sonuç verdi: Yerküre'nin "ether" olarak somutlaştırılmış olan "mutlak uzay"daki hızı, sıfır olarak bulundu. Böylece mutlak uzay kavramı üzerinde Newton zamanında başlamış olan tartışmalar yeniden gündeme geldi.

18. yüzyıl ortalarında (1737) İngiliz astronom James Bradley tarafından bulunmuş ve astronomide "aberasyon" adı altında bilinen bir olay, Yerküre'nin "ether"e göre bir hızı olduğu varsayımına göre daha evvelce açıklanmıştı. Aberasyon olayının açıklanması ile Michelson-Morley Deneyi'nin negatif sonucu birbiriyle çelişki halindeydi ve Newton fiziğinin çerçevesi içerisinde bu zıtlık çözülemiyordu. Klasik fiziğin bu çıkmazdan kurtuluşu 20. yüzyılın Newton'u olarak adlandırılan genç bir fizikçi tarafından gerçekleştirildi: Albert Einstein.

Einstein klasik fiziğin mutlak uzay ve mutlak zaman kavramlarını terk edip, göreli (relatif) uzay ve göreli (relatif) zaman kavramlarını getirdi. Böylece iki yüz küsur yıl sonra Leibniz rövanşını almış oldu.

Burada konumuz dışına taşmamak için görelilik kuramı hakkında ayrıntıya girecek değiliz. Ancak şunun hemen altını çizerek belirtelim ki Newton fiziğinin kazanımları aynen korunmakta olup, açıklayamadığı olaylara çözüm getirilmiştir. Görelilik kuramının denklemleri "relativistik hız" denilen ışık hızına çok yakın hızlar için önem kazanmakta ve Einstein kuramının denklemleri ile Newton denklemleri arasında fark oluşmaktadır (Örneğin, katod ışınlarında "relativistik hız" ile hareket eden elektronlar). Işık hızından çok küçük hızlar için Einstein denklemleri, klasik (Newton) mekaniğinin denklemlerine eşdeğer olmaktadır. Yeryüzündeki en hızlı araçlar, uçaklar, uzaya gönderilen füzeler için bile iki kuramın verdiği sonuçlar arasındaki fark, gözlem ve deney verilerinin duyarlılık sınırının çok altındadır. Bugün, gerek gök mekaniğinde (Merkür Gezegeni hariç) gerekse yeryüzündeki en hızlı araçları ilgilendiren problemlerde hâlâ Newton mekaniği geçerliliğini korumakta ve uygulanmaktadır. Çünkü denklemleri çok daha "kullanışlı"dır.

İleride görelilik kuramını aşan ve kuvantum fiziğini de içeren yeni bir sentez oluşması çok olasıdır. Ancak, nasıl ki görelilik kuramı Newton fiziğinin kazanımlarını koruyup daha ileri bir aşamaya götürdüyse, yeni kuram da görelilik kuramı ile kuvantum kuramının kazanımlarını aynen koruyarak bilime yeni bir hamle yaptıracaktır.

The Sceptical Chymist

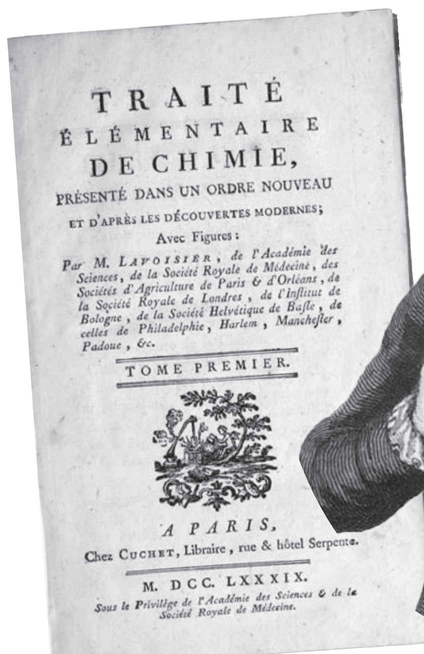
Robert Boyle



THE
SCEPTICAL CHYMIST:
OR
CHYMICO-PHYSICAL
Doubts & Paradoxes,
Touching the
SPAGYRIST'S PRINCIPLES
Commonly call'd
YPOSTATICAL,
are wont to be Propos'd and
Defended by the Generality of
LCHYMISTS.
is præmis'd Part of another Discourse
ing to the same Subject.
BY
nable ROBERT BOYLE, Esq;
LONDON,
J. Cadwell for J. Crooke, and are to be
the Ship in St. Paul's Church-Yard.
MDCLXI.

Traite Elementaire de Chimie

Antoine Laurent Lavoisier



TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;
Avec Figures :
Par M. LAVOISIER, de l'Académie des Sciences, de la Société Royale de Médecine, des Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, de la Société Helvétique de Basle, de celles de Philadelphie, Harlem, Manchester, Padoue, &c.

TOME PREMIER.

A PARIS,
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXIX.
Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la Société Royale de Médecine.



Bilimsel Devrimin Kimya Cephesinde İki Dev Eser: Boyle'un *Kuşkucu Kimyager*'i ve Lavoisier'nin *Traite*…'si*

Prof. Dr. Zeki Tez

Bilim tarihinde, Nikola Kopernik'in (1473-1543) "Kopernik Devrimi" diye adlandırılan *De revolutionibus orbium coelestium libri VI* (Gök Cisimlerinin Dolanımları Üzerine Altı Kitap, 1543) adlı ünlü eserinin yayımlanması ile Isaac Newton'un (1642-1727) *Philosophiae naturalis principia mathematica* (kısaca, *Principia...*; Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri, 1687) adlı ünlü eserinin yayımlanması arasında, 16. yüzyıl ortalarından 17. yüzyıl sonlarına dek uzanan yaklaşık 1,5 yüzyıllık dönem, "Bilimsel Devrim Çağı" olarak kabul edilir. Yaklaşık olarak 18. yüzyıl ise, bağımsız düşünceli filozof ve bilginlerin akılcılığı egemen kılmak ve skolastikle, doğaüstüyle ve boşinançla savaşım için dinbilimin aşırılıklarına karşı harekete geçtikleri "Aydınlanma Çağı" diye adlandırılır.

17. yüzyılda Avrupalı düşünürlerde, doğanın ve insanın gerçeğine akıl yoluyla ulaşılabileceği fikri ortaya çıkmıştı. Önde gelen bir matematikçi, insanın ve evrenin doğası üzerine yaratıcı bir kuramcı olan René Descartes (1596-1650) optik, fizik, fizyoloji ve psikoloji üzerine önemli katkılarda bulunmuş olup çağdaş analitik geometrinin babası olarak kabul edilir. Descartes, tarih ve astrolojiye kuşkucu bir yaklaşım getirmişti. Aynı yıllarda *Kutsal Kitap*'ın eleştirel yorumu ve karşılaştırmalı din anlayışı ortaya çıkmış, önce reform, ardından

---

* Bu makale için şu kaynaktan yararlanılmıştır: Zeki Tez, "Bilimsel Devrimin kimya cephesinde iki dev eser: Boyle'un *Kuşkucu Kimyager*'i ve Lavoisier'nin *Traite*…'si", *Bilim ve Gelecek*, Ocak 2007, Sayı: 35, s.25-35.

karşı-reform doğmuştu. Aydınlanma filozofları Tanrıya inansalar da mucizeye inanmıyor, Tanrıyı evrenin makinecisi, bir tür kozmik saatçi olarak düşünüyorlardı. Buna göre Tanrı devasa bir makine inşa etmiş ve onun işleyişini önceden belirli bir şekilde programlamıştı. Bu programı anlamak ve kavramak için deney ve gözlem yapmak gerekiyordu, bu nedenle de skolastik düşünceye ve dogmalara gerek yoktu. Aydınlanma Çağı'nın felsefeci, eğitimci ve araştırıcıları geleneksel dogmatik görüş ve önyargıları, insan aklının özgür yorumlarıyla yıkmış ve pozitif düşünce sisteminin kurulmasını sağlamışlardır. İnsansal sorunlara akılcı bir şekilde yaklaşmayı dile getiren bu sürece "Aydınlanma dönemi" dendi. Aydınlanma dönemi filozof John Locke (1632-1704) ile başlamış ve Fransız Devrimi'ne kadar sürmüştür.

"Aydınlanma" (Alm. "*Aufklärung*", İng. "*Enlightenment*", Fra. "*Les Lumieres*") terimi ilk kez, 1700'lü yılların başında yaşayan Alman sanatçı Daniel Nikolaus Chodowiecki'nin (1726-1801) "*Aufklärung*" adını verdiği bakır üzeri bir gravürü yoluyla kullanıma girmiştir. Bu gravürde sisler arasından karanlığı delerek yükselen güneşe doğru ilerleyen bir atlı, bir yaya ve bir at arabası resmedilmişti.

Bilime ilginin artışı

18. yüzyılda Batı ve Orta Avrupa'da ortaya çıkmış olan Aydınlanma, evrenin ancak akıl yoluyla kavranabileceğini, insanlığın bu yolla bilgiye, özgürlüğe ve mutluluğa erişebileceğini savunan bir felsefe akımıdır. Bu dönemin Avrupa'sında düşünce, sanat ve bilim alanlarında yetişen değerli insanlar, insan aklını ortaçağ zihniyetinden, her türlü dogmadan, yönetim ve din baskılarından kurtarmayı amaçlayarak her konuyu aklın süzgecinden geçirmiş ve tabuları yıkmışlardır. Bu dönemde dinde doğallık önem kazanmış, metafizik düşünce yerine sağduyu egemen olmuş, yetkenin yerini bireysel özgürlük ve hak eşitliği almıştır. Geliştirilen bilimsel verilerin yol açtığı yeni düşünceler ekonomik ve sosyal yapıyı etkileyerek feodal düzenin yıkılmasıyla sonuçlanan siyasal değişmelere yol açmıştır. Nikola Kopernik (1473-1543), Johannes Kepler (1571-1630), Galileo Galilei (1546-1642), René Descartes ve Isaac Newton'un (1642-1727) katkıları ile Aydınlanma, 17. yüzyılda önce bilimde yeşermeye başlamıştır. Bu çerçevede Prusya Kralı II. Friedrich (yön. 1740-1786), çevresine bilim ve düşünce adamlarını toplamış, entelektüelleri korumuş, ülkesinde bilim ve felsefeyi geliştirmek için var gücüyle çalışmıştı. Bu dönemde aydınlarda doğa bilimi tutkusu görülür. Aydın bayanlar Rahip Jean-Antoine Nollet'yi (1700-1770), fizikçi ve doğa bilimci René Antoine Ferchault de Réaumur'ü (1683-1757), matematikçi ve astronom Alexis-Claude Clairaut'yu (1713-1765) okumuş; François-Marie Arouet Voltaire (1694-1778) matematiği inceleyerek Newton çalışmalarını halkın anlayabileceği biçimde özetlemiş; Denis Diderot (1713-1784) Guillaume François Rouelle'le (1703-1770) birlikte üç yıl boyunca anatomi, fizyoloji ve kimya dersleri izlemiş; Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) matematik, astronomi ve tıp öğrenmiş; Benjamin Franklin (1706-1790) elektrik deneyleri yapmış; Wolfgang von Goethe (1749-1832) optik ve botanik araştırmalarını izlemiştir. Ünlü

Fransız Ansiklopedisi'nin yazılımından sorumlu filozof Denis Diderot, bilimin üstünlüğünü savunarak "bilimle inanç çatıştığında, bilimden yana olmak gerektiğinin" altını çizmiştir. Bu dönemde doğa bilimciler binlerce hayvan ve bitkiyi sınıflandırmış, jeologlar yeryüzünü çizmeye başlamış, kimyacılar ateşi, havayı ve suyun bileşimini açıklayarak kimyada çağdaş nicel çözümlemeye giden yolu hazırlamışlar, insanlar fosil, böcek ve kuru bitki koleksiyonları hazırlamışlardır. İngiltere Kralı III. George (yön. 1760-1820) botanikle, Portekiz Kralı V. Juan astronomiyle ilgilenmiş; daha sonra kadın bilimciler de bu akıma katılarak Voltaire'in sevgilisi Madame du Châtelet (1706-1749) yerçekimi üzerine yazmış, Parisli Matmazel de Coigny astronomi konusunda çalışmış, Kral XV. Louis'nin (1710-1774) ünlü metresi Madame de Pompadour (1721-1764) ise yıldızları incelemiştir. Aydınlanma döneminde hava pompaları ve teleskoplar hakkında söyleyecek birkaç sözü olmak, kibar bir beyefendi olmak için neredeyse zorunluydu; hatta kibar hanımefendiler bile kendilerine yakışanın, bilimden hoşlanıyor görünmek, mıknatısın bir iğneyi çektiğini, mikroskobun bir sineği serçe kadar büyüttüğünü gördüklerinde sevinç çığlıkları atmak olduğunu düşünmeye başladılar.

Bilimsel Devrimin kimya cephesi

Yazımızın temel konusu olan kimya ise zamanla simyadan kendini arındırmış ve mitsel hayallerden sıyrılmıştır. Biriken rastlantısal bilgi yığını çok geniş alanlara yayılmış, bir sisteme oturtulmaksızın dağınık halde kalmıştır. Ancak mevcut düzensiz bilgileri, doyurucu bir sisteme oturtmak kolay görünmüyordu. Bunu yapmak için kimyanın temel düşüncelerine uzanmak ve eski elementler öğretisi ile yeni metallerin ve madde dönüşümlerinin kuramlarını eleştirel gözle yeniden ele almak gerekiyordu. Bunun için de böyle kimyasal olaylarla ilgili kusursuz yeni bir görüşe gereksinim duyuluyordu. Eski kimyada maddeler ve onların bileşikleri yalnızca beklenen nihai ürün, "Filozof Taşı" açısından önemli idiler. Reçeteler yalnızca, daha önceden bilinen bir amaca ulaşacak bir araç idi ve kimyasal olaylar yalnızca bu görüş açısı altında tartışılıyordu. Mevcut hayal ve bilgilerin doğruluk ya da yanlışlığını sınamak için bilimsel ilgi, her şeyden önce kimyasal tepkimelere çevrilmeli, olası nihai ürünü göz önüne almaksızın tepkime yürüyüşü incelenmeli ve deneyler önyargılardan ırak bir şekilde yürütülmeliydi.

Bunları yapmanın ön koşulları, 17. yüzyılda mevcuttu, çünkü tüm alanlarda doğa olaylarına yönelik ilgi ve bir araştırma sevgisi vardı. Kopernik, Kepler ve Galilei gibi bilginlerin yarattığı yeni evren tablosu yardımıyla eski aktarımlar üzerindeki kuşkuların izleri sürülür hale gelmişti. Güneşmerkezli evren sisteminin ve ardından da Newton fiziğinin yaratıldığı bu dönemde kimyanın da yeni alanlara yönelmesi bir rastlantı değildir.

Ancak, kimya alanında yeni araştırmalar yapmanın büyük güçlükler taşıdığını göz ardı etmemek gerekir. Çekici bir "sözde-bilim" örneği oluşturan simya, kapsamlı bir literatür ve zengin bir simgecilik barındırmaktaydı. Simya ruhu, insanın zihnine ve varlığına o denli işlemiş ve eski hayallerin çekim gücü öylesine büyüktü ki, 17. ve 18. yüzyıl süresince insan kendini onlardan

tümüyle çekip kurtaramadı. Yalnızca bir örnek vermek gerekirse, ünlü bilgin Newton'un bile yaşamının uzunca bir dönemi boyunca ciddi olarak simya ile uğraştığını belirtmek yeterli olacaktır. Bu nedenle yenileşme, ancak adım adım gelmiştir.

Kimya, Robert Boyle'un (1626-1691) ellerinde saygın bir bilim halini alırken, geometrik düzenlemeler ve ayrıca da Newton'un öngördüğü çekme ve itme kuvvetleri, maddeye ilişkin olarak Aristoteles'in (MÖ 384-322) öne sürdüğü okült biçim ve niteliklerin yerini almıştır. Simyacıların ve fantastik makinecilerin gizemi zamanla alt edilmiş, karmaşa ve belirsizlik içindeki kimya dili reforma uğratılmaya çalışılmıştır. Ancak 17. yüzyılda bu reform çabalarının hiçbiri sonuçlanmamışsa da kimya bilimi o dönemde değişmeye başlamış ve önce Newton'un, ardından da Antoine-Laurent Lavoisier'nin (1743-1794) çalışmalarından ivme alarak "Modern Bilim Çağı"na geçebilmiştir. Lavoisier'nin flojiston kuramını yıkması ve yeni bir kimyasal birleşme kuramını ortaya koyması, 19. yüzyıl Kimyasal Devriminin başlangıcını işaret eder.

Aydınlanma dönemi kimyasının taşıdığı özellikler bağlamında Kimyasal Devrimin başarılması için, şu altı koşulun sağlanması gerekmekteydi:

1) "Hava" elementinin kimyasal tepkimelere katıldığının kabulü gerekmekteydi [Bunu, 1727'de doğa bilgini Stephen Hales (1677-1761) gerçekleştirmiş ve bu görüş Fransa'da Guillaume François Rouelle ve Johann Andreas Venel (1740-1791) tarafından da benimsenmişti].

2) Havanın bir element olduğu inancının yıkılması gerekmekteydi [Bunun sağlanması, genel olarak Joseph Black (1728-1799), Henry Cavendish (1731-1810) ve Joseph Priestley (1733-1804) gibi İngiliz pnömatik kimya okulunun katkısıyla olmuştur].

3) Kimyanın yeniden yapılanması için genel (ideal) gaz kavramının kabulü gerekmekteydi [Başlıca Lavoisier'nin nicel deneyleri ve bunun sonucunda formüle ettiği kütlenin korunumu yasasının katkısıyla].

4) Metallerin havada kızdırılmalarında flojistoncuların söylediklerinin tersine, ağırlıklarının arttığı olgusunun kabulü gerekmekteydi [Bu olguya 1771'de Guyton de Morveau (1737-1816) dikkat çekmiş; ancak Kimyasal Devrimin bu çok önemli koşulunu sağlama şerefi, bu konuda ayrıntılı çalışmalar yürüten ve bunun savaşımını veren Lavoisier'ye ait olmuştur].

5) Lavoisier ve flojistoncuların yanma olayının yorumlanması çabalarının bir hedefi de, özelde asitlik kavramının yorumlanması üzerine odaklanmıştı. Gerçekten asitlik düşüncesi, Lavoisier'yi gaz kavramına, oksijene ve ona "asit oluşturucu" (*oxygène*) adını vermesine yol açmıştı. Bu nedenle asitlik düşüncesinin dönüşüme uğratılması, yeni bir kimyanın oluşturulmasında sağlanması gereken bir koşuldu.

6) Maddenin yeni bir kimyasal birleşme ve düzenlenme kuramı, gerekli bir koşuldu. Bunda asitlerin, bazların ve bunların birbirleriyle tepkimelerinin ürünü olan tuzların oluşumu, onları basit bileşenlerine ayırmayı başarmadan önce, işlemsel olarak tanımlanmışlardır [Bu da başta Lavoisier olmak üzere Fransız kimyacıların başarısı idi].

ROBERT BOYLE ve ÜNLÜ ESERİ *THE SCEPTICAL CHYMIST* (*KUŞKUCU KİMYAGER*)

17. yüzyılda kimyadaki mevcut düzensiz bilgilerin doyurucu bir sistem haline getirilmesi için kimyanın temel düşüncelerine gitmek, eski elementler öğretisini ve madde dönüşümüne ilişkin öğretileri eleştirel biçimde incelemek gerekiyordu. Var olan bilgi ve düşüncelerin doğruluk ya da yanlışlıklarının sorgulanması için de ilginin her şeyden önce kimyasal tepkimelere çevrilmesi gerekiyordu. İlksel elementler konusundaki Aristotelesçi görüşlerin doğru olup olmadığına yönelik ağırlıklı sorunun yöneltildiği ilk adım, Robert Boyle'dan geldi.

Robert Boyle, I. Cork Lordu'nun 14 numaralı çocuğu ve 7. oğlu olarak İrlanda'da doğdu, eğitim için erken yaşta Avrupa'ya gönderildi, eğitimini kısmen Cenevre'de yaptı ve orada iyi eğitimli Fransız eğitmenlerden Fransız dilinin yanı sıra kapsamlı bir genel eğitim de aldı, ardından Fransa ve İtalya'ya da giderek bilgisini derinleştirdi. 18 yaşında (1644'te) İngiltere'ye geri döndü. Boyle, sonraları "*Royal Society*"ye (Krallık Bilim Derneği) dönüşen "*Invisible College*"in (Gizli Kolej) kurucusu olup 1661'de kurulan "Royal Society"nin bir dönem başkanlığını da yapmıştır. "Polyhistor" (kırkambar) diye nitelenebilecek şekilde, çağının önde gelen bilginlerinden biri idi; tüm temel bilim dallarıyla, ayrıca da sosyal, dinsel ve sanatsal sorunlarla ilgilendi. Bir ara *İncil*'in Malay diline, Türkçeye, Gal diline ve İrlanda diline çevrilmesi yönündeki çabalara parasal katkıda bulundu. Tüm yaşamını sakat olarak ve kimya, fizik ve dinbilime adayarak geçiren Boyle, yaşamı boyunca evlenmedi. *The Sceptical Chymist* (*Kuşkucu Kimyager*) (1661) adlı ünlü eserinde kimyanın temel sorunlarını sorguladı. Bu eserde, gerçekliği kurmak ve her bir görüş ve kanıtı tüm yönleriyle ele almak için onun ne denli çaba harcadığını görmek, insanı hayrete düşürecek ölçüdedir. Eser yakından incelendiğinde, o zamanki bilginlerin mücadele edecekleri büyük güçlüklerin bulunduğu hemen fark edilebilir. Günümüz ders kitaplarında kolayca bulduğumuz bilgilerin, kendilerine şükran duyduğumuz o zamanki bilginler tarafından ne zahmetlerle elde edildiğini görmek, oldukça öğretici olmaktadır.

Boyle'un bilimsel çalışmaları

Atom kuramına olan erken ilgisi, Boyle'u, boşluk ve gaz yasaları üzerindeki çalışmalarına yöneltmiş, Otto von Guericke'nin (1602-1686) vakum pompası deneylerini ve Evangelista Torricelli'nin (1608-1647) barometre denemelerini incelemiş, "Sıcaklık sabit tutulduğunda belirli miktardaki bir gazın basıncının hacmi ile ters orantılı olduğunu" $(\text{Basınç x Hacim = Sabit})_{T=sabit}$ belirten ve kendi adıyla anılan yasayı bulmuş, sıvıların kaynama noktası ile buhar basıncı arasındaki ilişkiyi saptamış ve Edme Mariotte (1620-1684) ile birlikte atmosferik hava konusuna büyük bir dikkatle eğilerek deneyler yürütmüşlerdir. Marioette, Boyle'dan bir süre sonra, benzer aletlerle $(\text{Basınç x Hacim = Sabit})_{T=sabit}$ şeklindeki yasayı yeniden bulmuş ve yasa, "Boyle-Mariotte yasası" şeklinde her ikisinin

adıyla anılır olmuştur. Asitlere ilk açık tanımı Robert Boyle getirmiş ve böyle bileşiklerin en önemli karakteristiklerinden birinin, onların kimi bitkisel özsuları renklendirme yeteneğinde olduğuna değinmiştir. Boyle'un bu çalışmaları, kimyasal belirteç (indikatör) kullanımının başlangıcını belirler. Kimyanın yanı sıra doğa felsefesi ya da fizikle de ilgilenen Boyle, 1658'de yayımlanan bir denemesinde, simyasal ve tıbbi sırların serbest bir şekilde aktarımını desteklemişti ama Newton, simya sırlarını kamuya açmanın güvenli olmadığını düşünüyordu. Boyle, metallerin, onların 'kalk'larına (oksitlerine) dönüştürülmelerinde ağırlıklarının arttığını, solunum ve yanma sırasında havanın bir kısmının (yani oksijenin) ortadan kaybolduğunu ve geriye yanma ya da solunum için kullanışsız bir artık (yani azot) bıraktığını biliyordu. Boyle, renkler konusundaki kitabında, Newton'dan çok önce, beyaz ışığın renkli ışıklardan bileşmiş olabileceğinden, renksiz olan beyaz ışığın renksiz bir prizmada renklere ayrılabileceğinden umutla söz etmekteydi. Işığın "yedi rengi" ile ilgili olarak renklerin, nesnelerin yüzeyine düşen ışık ışınlarının bozunması sonucu oluştuğunu öne sürmüştür. Otuzu fizik ve kimya konusunda olmak üzere 42 kitap yazmıştır. Bunlar arasında *Unsuccessfulness of Experiments* (Deneylerin Başarısızlığı); *New Experiments Physico-Mechanical, touching the Spring of the Air and its Effects* (Havanın Sıkışabilirliği ve Etkilerine İlişkin Yeni Fizikomekanik Deneyler) (1660); *Experiments and Considerations touching Colours* (Renklere İlişkin Deneyler ve Düşünceler) (1663) gibi önemli yapıtları da yer almaktadır.

Simyaya karşı kimya

Simya, 1661'de İngiliz bilgini Robert Boyle'un *Kuşkucu Kimyager* adlı ünlü yapıtını yayımlayarak Aristotelesçilerin görüşlerini yerle bir edişine dek gelişmiştir. Boyle, *Kuşkucu Kimyager*'de, bir bilimde dilin eğretisel olarak değil de kesinlik içinde kullanılacağının beklendiğini açıklamıştır. Her şeyden önce atomcu görüşe ilgi duyan Boyle'un bu eserinin çoğu kısmı, bir yandan "hava-su-toprak-ateş" şeklindeki Aristotelesçi dört element öğretisine ve ortaçağ Araplarının "kükürt-cıva" şeklindeki kuramının uzantısında Paracelsus (1493-1541) tarafından biçimlendirilen "cıva-kükürt-tuz" şeklindeki üç temel ilkeye karşı yapılan saldırıları içermektedir. Tüm bu öğretilerden kuşkulandığını, bunlardan birinin doğru olup olmadığı konusunda yalnızca deneyin karar verebileceğini söyleyen ve deneyi, varsayımın ve kuramın bir denetim aracı olarak ele alan Boyle, "Doğanın şifreli büyük kitabını üç dört harfle yazdığını düşünmek, tüm sorunları bunlarla çözebilmek demektir ki, bu olanaksızdır" demekteydi. Ona göre elementleri özellik olarak değil, madde olarak ele almak gerekir; element, daha basit maddelere ayrılamayan madde demektir ve tüm öteki cisimler bunların bileşikleridir. Ona göre "Kimyacıların görevi, mistik yöntemlerle altın ya da ilaç hazırlamak değil, maddeleri çözümleyerek element ve bileşimlerini aydınlatmaktır. Kimyacıların tüm çabaları deney ve gözlem yapmak ve deneylerle sınanmamış hiçbir kuramı önceden kabul etmemek olmalıdır".

İlk kez element ve bileşiklerin doğru tanımını yapan ve kimyasal bileşiklerle basit karışımlar arasında ayrım yapan Boyle, kimyasal elementleri, mad-

denin parçalanamayan yapıtaşları olarak açıkça tanımlamış, kimyasal birleşmede özelliklerin tümüyle değiştiğini, basit karışımlarda ise böyle değişimler olmadığını söylemiştir. Buna göre element, bir özellik değil, kendinden başka elementlere ayrılamayan bir maddedir. Tüm bileşik cisimler, elementlerin birleşmesinden oluşurlar. Eserde Boyle, bir elementin kullanışlı bir tanımını şöyle vermektedir: "Ve, hataları önlemek üzere, size şunu bildirmeliyim ki, element deyince... artık belirli ilkel ve basit, ya da kusursuz bir şekilde katıksız cisimleri... kastediyorum...". Boyle'un çağında antik atom kuramı yeniden, ama transmutasyon (bir elementin başka bir elemente dönüştürülmesi) düşüncesinden ırak bir biçimde canlılık kazanmış ve element sorunu ilk olarak Lavoisier ve John Dalton'la (1766-1844) açıklığa kavuşmuştur.

O dönemlerde "element" anlamına gelmek üzere kimi yerde "prensip" (ilke) sözcüğü kullanılıyordu. Boyle, *Kuşkucu Kimyager*'in beş ana kesimini biçimlendirecek şekilde "madde / element / ilke" konusunda şu beş temel soruyu işlemiştir:

1) Ateş, tüm cisimlerin "genel çözümleyicisi" midir?

2) Maddelerin kızdırılmasında açığa çıkan ürünler, gerçekte "elementler" ya da "ilkeler" midir?

3) Elementlerin ya da ilkelerin sayısı, gerçekte 3 mü, 4 mü, 5 midir?

4) Temel üç "ilke" bağlamında "elementel tuz", "elementel kükürt" ya da "elementel cıva" olarak adlandırılabilen maddeler gerçekte var mıdır?

5) Gerçekte "elementler" ya da "ilkeler" var mıdır?

"Kuşkucu Kimyacı" Boyle

Robert Boyle ve Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) gibi 17. yüzyılın ünlü bilginleri, simyanın temel hedeflerinden biri olan bir elementin başka bir elemente dönüşümüne ilişkin "transmutasyon" olanağına tam olarak karşı çıkmamışlardır. Boyle, maddelerin temelde benzeşen parçacıklardan oluştuğu inancıyla bir maddeyi temel parçacıklarına ayırıp sonra onları yeni bir düzene göre bir araya getirerek madde dönüşümünün (transmutasyon) sağlanabileceği görüşünü ileri sürmüştü. Çekirdek tepkimesi yoluyla yapay olarak böylesi bir dönüşüm, ancak 20. yüzyıl başlarında Ernest Rutherford (1871-1937) tarafından gerçekleştirilebilmiştir.

Kuşkucu Kimyager, peripatetik (Aristotelesçi) ve spagirik (Paracelsuscu ve van Helmontçu) kimyaya karşı bir eleştiridir. Bu eserinde Boyle, kimyanın temel sorunlarını karşılıklı konuşma (diyalog) biçiminde işler. İki iyi arkadaş buluşurlar. Bunlardan Eleuterius, tarafsız ya da "peripatetik" (Aristotelesçi) görüşleri, yani simyacıların görüşlerini temsil eder. Ötekisi Carneades olup Boyle'un kendisini ve "kuşku"yu temsil eder. Diyalog çevresinde zaman zaman Aristotelesçi görüşteki Themistius ile Paracelsusçu görüşün temsilcisi olan Philoponus gibi eski filozoflar da yer alır. Eserin büyük kısmını Carneades'in monologları kaplar. Kitapta sürekli olarak elementler sorunu işlenir ve eserin yürüyüşünde tekrar tekrar ele alınır. Eleuterius, Aristoteles'in "dört öğe öğretisi"nin (hava, su, ateş, toprak) yandaşı olurken, Carneades "element" kavramının ilkesel anlamının ne olduğu sorunuyla ilgilenir. Tartışmanın yürüyüşünde, van Helmont'un ünlü "sö-

ğüt ağacı deneyine" de değinilir. Simyacı Jan Baptist van Helmont (1577-1644), ön-Sokratesçi Yunan filozofu Thales'in (MÖ 624-545) görüşü olan, suyun temel ya da ilksel element olduğu görüşünü benimsiyordu. Bunu kanıtlamak için 1630 yılında, "söğüt ağacı deneyi" diye anılan anlamlı ve ilginç bir deney yaptı. Bunda, "ateş" ve "hava" olmaksızın "su"dan yalnız başına "toprak" oluşturmayı amaçlıyordu. Bu amaçla belirli miktarda toprak aldı, onu bir fırında kuruttu. Kurumuş toprağı duyarlı olarak tarttı. Sonra onu, pek çok yerinden delinmiş ve iyi kalaylanmış bir kabın içine koydu. Toprağa, daha önce tartmış olduğu küçük bir söğüt ağacı dikti. Bitkiyi yağmur suyu, yani saf su ile suladı. Böylece suyun buharlaşması sonucunda hiçbir kalıntı oluşmamasını güvence altına almış oluyordu. Ağacı birkaç yıl büyümeye bıraktı. Yaklaşık beş yıl sonra ağacı kaptan çıkarıp köklerindeki toprakları temizleyerek tarttı. Toprağı da birkaç kez kuruttuktan sonra tarttı. Beş yıl önce yarım Pfund (1 Pfund = 454 gram) gelen bitki, şimdi 550 Pfund çekiyordu. Kurutulmuş toprak ise 50 gram kadar ağırlık yitirmişti. Van Helmont bundan kolayca şu sonucu çıkardı: Saf sudan, "toprak" elementi yani bitki oluşabiliyordu. Daha sonra, yeni oluşan "toprağın" -yani bitkinin-, gerçekte dört elementin tümünden -yani ateş, su, hava ve topraktan- bileşmiş olduğunu da açıklamaya çalıştı. Bu amaçla söğüt ağacını yaktı ve sonucu gözlemledi: Yanma sırasında su, duman ("hava") ve ateş çıkıp gidiyor, geriye de kül ("toprak") kalıyordu. Böylelikle de, "hava-su-toprak-ateş" şeklindeki eski elementler öğretisi ve bunların birbirine dönüşebileceği görüşü, kusursuz bir biçimde doğrulanmış oluyordu(!) [Gerçekte, bitkilerin gelişmeleri için fotosentez sırasında kullandıkları malzeme olan karbondioksit havadan gelir; su ise, gelişme sürecine, hidrojen atomlarıyla katkıda bulunur ve bunlar bitkinin toplam ağırlığının büyük bir bölümünü oluşturur; böylece van Helmont'un söğüdünün neden topraktan bu kadar az şey alırken böylesine fazla miktarda büyüdüğünü anlayabiliriz].

Kuşkucu Carneades (→ Boyle), bu deneyin, van Helmont'unkinden başka bir biçimde açıklanıp açıklanamayacağını ve bu "su" elementinin Thales'in söylediği ilksel element olup olmayacağını sorar. Ardından, belki de adı geçen dört elementin kendi açılarından bileşik cisimler olup olmadıklarını, belki de sürekli hareket halinde olan çok küçük yalın cisimciklerden oluşup oluşmadıklarını sorar. Dahası, şu karşıt örneği ileri sürer: Eskilerin görüşüne göre tüm uçucu nesnelerin kükürt, tüm katı nesnelerin de cıva ve tuz içerdiğine inanılıyordu. Boyle, doğal olarak, böyle konuşan simyacıların, alışılmış kükürt ya da cıvayı kastetmediklerini bilmekteydi. Kuşkucu kimyager (→ Boyle), uçucu yağların -terementi yağı gibi- hiç kükürt içermediğini ve yakılmasıyla geriye hiçbir kalıntı bırakmadığını belirtir. Buna göre de böyle yağların içinde ne tuz, ne cıva, ne de kükürt saklı olabilir. Bu yağların üretiminde, damıtma artığı olarak tuz ve cıvanın geri kaldığı şeklindeki karşı çıkışları da reddeder; çünkü bu kalıntı, yakma sırasında geride hemen hemen hiç tuz bırakmamaktadır. "Kuşkucu" ayrıca, ateşin tüm cisimleri dönüşüme uğrattığı şeklindeki eski görüşün doğru olamayacağını da söyler.

Bu tür tartışmalar, soruna doyurucu bir çözüm bulmaksızın, çeşitlemelerle altı bölüm boyunca sürüp gider. Sonunda şu değerli vargıya varılır: Eskilerin

dört elementinin varlığı deneyle kanıtlanamaz ve bu durum kanıtlanmadan önce, simyanın elementler öğretisi doğru bir öğreti olarak tanınamaz. Bunun anahtarı, kanıtlanamayan savlar olmayıp yalnızca deneydir.

Eserin önemi

Bu saptamasıyla Boyle, tümüyle yeni bir temel ilke ortaya atmış ve kimyayı yeni bir yola koymuştur. Boyle'un saptaması simya geleneğinin ve buna bağlı olan kurgulamaların yalın bir reddinden daha fazla bir anlama sahipti. Böylece o, deneye yeni bir anlam kazandırmış, madde gerçekliğinin onların simgesel içeriğinden ayırt edilmesini sağlamıştır. Boyle'a göre deneyler yardımıyla maddelerin içsel özellikleri dışsal özelliklerinden, maddesel gerçeklikler onların simgesel içeriklerinden ayırt edilmelidir. Georgius Agricola (1494-1555) gibi eski kimyacılar, yalnızca pratik açıdan çalışmışlar ve olayların yorumundan kaçınmışlardı. Boyle'dan sonra kimyada kurgulamalar eksik olmamış ama, onlar etkilerini, ancak deneyler onları geçersiz kılana dek sürdürmüşlerdir.

Kimyasal kurgulamaların doğruluğunun sınanması güç bir çabaydı. Önceden kabul edilmiş yanlış düşünceleri yıkmak zor olmuştur, çünkü kimyasal tepkimeler doğrudan gözlem yoluyla değil tümdengelimli ussal çıkarım yoluyla yorumlanabilmekteydi. Buradaki ilişkiler, klasik fiziktekinden tümüyle farklıydı. Örneğin gök mekaniği belirli oranda gözlemlenebilir idi, buna karşılık kimyasal tepkimeler tepkime kabı içinde gizem dolu olaylar eşliğinde yürüyordu ve ancak elde edilen üründen bir sonuç çıkarılabilirdi.

Sonuçta simyanın elementler öğretisini çürüten *Kuşkucu Kimyager*'in etkisi umulmadık ölçüde olmuş ve kısa zaman içinde pek çok dile çevrilmiştir. En yaygın şekli Latince nüshası olmuş, buna karşılık İngilizce nüsha ender nüshalar arasında birinci sırayı almıştır.

ANTOINE-LAURENT LAVOISIER ve ÜNLÜ ESERİ *TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE CHIMIE* (*TEMEL KİMYA İNCELEMESİ*)

Antoine-Laurent Lavoisier 1743'de Paris'te doğdu, 11 yaşında ünlü Collége Mazarin'e yatılı öğrenci olarak girdi, 17 yaşında hukuk öğrenimine başladı ve 21 yaşında hukuk doktoru oldu. Kuşkusuz hukukla hiç ilgilenmedi. Tüm sevgisini, o zamanlar emeklemeye başlayan doğabilimlerine, özellikle de kimya dalına verdi. Her zaman için düşünme ve yorumlamanın mantıksal bir açıklığını aradı. İçinde berrak düşünce için berrak dilin önemini vurguladığı ve kendi öğretisinin temellerini yazdığı *Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes* (*Temel Kimya İncelemesi*..., 1789) adlı eseri ünlüdür. Bir ara güherçile fabrikası müdürlüğü yapmış olan Lavoisier, kral adına vergi toplama ayrıcalığına sahip "*Ferme générale*" ("Genel Çiftlik" ya da "Vergi Kesenek Teşkilatı") adlı kurumun yöneticilerinden biriydi. Maximillien de Robespierre (1758-1794) başkanlığındaki devrim yönetimi tarafından yolsuzlukla

suçlanarak 8 Mayıs 1794'de Paris'te giyotinle idam edildi. Lavoisier, en yüksek düzeyde saygı duyulan bir bilgin, ünlü "*Académie Française*"in yöneticisi, çok sayıda komisyonun onur üyesi, bilimin gözdesi, çağının en tanınmış kimyacısı idi. Ölümü, Fransız burjuvazisinin ulusal kıvanç günlerine denk geliyordu.

Lavoisier-Marat tartışması

Fransız Devrimi'nin önderlerinden ve "halkın dostu" diye anılan ünlü gazeteci Jean-Paul Marat (1743-1793) da bilimsel konularla ilgileniyordu ve 1780 yılında *Découvertes sur le feu* (Ateş Üzerine Araştırmalar) başlıklı bir kitap yazmış, eserinde, kapalı bir kap içinde yanan mum alevinin, oluşan sıcak hava buna baskı yapacağı için söneceğini, ateşin de sıcak bir sıvı olduğunu öne sürmüştü. Ardından Paris Bilimler Akademisi'nin, kendi görüşlerini onayladığını duyurdu. Akademi başkanı olan Lavoisier ise bunu yalanlayarak Marat'nın görüşlerinin eski flojiston kuramının kılık değiştirmiş bir biçimi olduğunu, Akademi'nin bu görüşleri onaylamadığını, kitabını benimsetmek için Marat'nın ahlak dışı bir yol izlediğini belirtti. Böylece aralarında sürüp giden bir çatışma başladı. Devrim sırasında Lavoisier barut komisyonu üyesi idi ve Devrim'den bir süre önce ünlü Bastille Hapishanesi'ne bir miktar barut depolamıştı. Lavoisier'nin bu barutu, Devrim sırasında Bastille'i basan yurtseverleri havaya uçurmak için oraya depoladığı söylentisi yayıldı. Marat, Lavoisier'den önce, 1793 yılında, Marie-Anne Charlotte Corday d'Armont (1768-1793) tarafından banyoda yapılan bir suikast sonucu yaşamını yitirdi, Corday ise bu nedenle giyotinle idam edildi.

Lavoisier, 28 yaşında iken 1771 yılı Aralık ayında, "*Ferme générale*"in kendisi gibi genel vergi kesenekçilerinden birinin kızı olan 13 yaşındaki Marie Anne Pierette Paulze (1758-1836) ile evlendi. Paulze, getirdiği yüklü drahoma ile Lavoisier'nin mal varlığını daha da güçlendirdi. Çocukları olmadı. Latince ve İngilizce bilen, ayrıca da güzel resim yapan Paulze, Lavoisier'nin sadık bir çalışma arkadaşı olarak onun deney notlarını tuttu, Lavoisier'nin yararlandığı İngilizce başvuru metinlerini Fransızcaya çevirdi, bakır levhalar üzerine alet çizimlerini yaptı. *Traité*...'deki toplam 13 levha resim, Paulze tarafından yapılmış olup "Paulze Lavoisier" diye imzalıdır.

Devrim yaratan eser

Lavoisier, metal oksitlerinin, daha önce Joseph Priestley ve Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) tarafından keşfedilmiş bulunan oksijen ile metallerin verdiği bileşikler olduğunu kanıtlayıp yanma ve oksitlenme olaylarının bugün bile geçerli olan açıklamasını yapmış, böylece yanma olaylarına ilişkin olarak o zamanlar geçerli olan "flojiston kuramını" yıkarak kimyada devrim yaratmıştır. Maddeye gerçek anlamını vererek element kavramının nicel tanımını yapan Lavoisier, 1783'de su buharının kızgın demir boru içinden geçirilmesinde hidrojen oluştuğunu göstermiştir. Böylece Cavendish suyun sentezini gerçekleştirmişken, Lavoisier, bunun tersine, suyu bileşenlerine ayırmayı başarmıştır. Lavoisier'nin çalışmaları nicel düşünme yönteminin gücünü çok iyi sergilemektedir. Eski çağların yanlış kimyasal kavramlarını, saf fiziksel yöntemlerle araştırarak ilk çözenlerden biri o olmuştur. Pierre Simon Laplace (1749-1827)

ile birlikte bir buzlu kalorimetre geliştirerek (1783) çeşitli maddelerin özgül ısılarını ve yanma ısılarını ölçmüş, kapalı kaplarda yaptığı deneylerde titiz bir şekilde kullandığı duyarlı teraziler yardımıyla kimyasal tepkimeler sırasında kütlenin değişmediğini saptayarak "Kütlenin Korunumu Yasası"nı sunmuştur (1787). Lavoisier'nin başka bir ünlü deneyi, elmasın yanması üzerine idi. En değerli taş olan elmasın ateşte tümüyle ortadan yok olması bütün dikkatleri üzerine çekmişti. Eski insanların, değerli taşların sihirli gücüne inanmaları ve özellikle elmasın fiziksel olarak parçalanamazlığına ilişkin düşünceleri, **filozof taşı** düşüncesiyle bağlantılıydı. Lavoisier'nin deneylerinde hava içinde ısıttığında elmas tümüyle yok olarak geriye hiç kül bırakmıyor ve yalnızca karbon dioksit gazı oluşuyordu. Buna göre elmas saf bir karbondu ve onun özel bir türüydü. Kimyaya nicel yöntemleri yerleştiren Lavoisier'nin 1789'da yayımladığı *Traité...* adlı yapıtı, fizikte Newton'un *Principia...*'sına eşdeğer biçimde kimyada devrime yol açmıştır. Lavoisier bu kitapta bir element çizelgesi vermiş ve kimyanın temel yasalarından biri olan "kütlenin korunumu yasası"nı formüle etmiştir. 1790'da Fransa'da ağırlık ve uzunluk ölçülerinin standartlaştırılması çalışmalarına başlayan Lavoisier, metrik sistemin temelini atan biliminsanı olmuştur.

Onun kimyaya en büyük katkısı, flojiston kuramını alt etmesidir. O, bu başarısını, her şeyden önce yıllar boyu süren dâhice deneysel çalışmalarına, kapsamlı eleştirel düşüncelerine ve derin literatür bilgisine borçludur. Lavoisier'nin kimya öğretmeni, Paris Botanik Bahçesi'nde bir laboratuvarı bulunan, Paris Bilimler Akademisi'nin bir üyesi olan ve analitik çöktürme ayıracı olarak kükürtlü hidrojenin keşfine katkıda bulunmuş olan Guillaume François Rouelle (1703-1770) idi. Lavoisier'nin bilimdeki babaları ise doğal olarak "flojistoncu" Georg Ernst Stahl (1660-1734), Andreas Sigismund Marggraf (1709-1782), Carl Wilhelm Scheele, Antoine Baumé (1728-1804), Joseph Priestley ve Henry Cavendish idi ki, Cavendish, yaşamı boyunca eski flojiston öğretisinin inançlı bir yandaşı kalarak Lavoisier ile savaşmıştır.

Lavoisier'nin adı geçen ünlü eseri dışında flojiston kuramı üzerine *Réfléxion sur le phlogistique* (Flojiston Üzerine Düşünceler, 1783) ve kimyasal adlandırma üzerine Claude-Louis Berthollet (1748-1822), Antoine François de Fourcroy (1755-1809) ve Guyton de Morveau (1737-1816) ile birlikte kaleme aldıkları *Méthode de nomenclature chimique* (Kimyasal Adlandırma Yöntemi, 1787) adlı kitapları da vardır. Tüm eserleri, ölümünden sonra *Oeuvres de Lavoisier* (Lavoisier'nin Toplu Yapıtları) (1862-1893) başlığı altında yayımlanmış ve I.-IV. Ciltlerin editörlüğünü Jean-Baptiste André Dumas (1800-1884), V.-VI. Ciltlerin editörlüğünü ise Edouard Grimaux (1835-1900) yapmıştır.

Genç Lavoisier'nin Collège Mazarin'deki ilk kimya dersleri, o zamanın konu ile ilgili yöntemsel işlemin eksikliğini ona göstermişti ve matematik ve fizikte bulduğu sistemli ve mantıksal açıklama ile karşılaştırdığında bunun uyumlu olmadığını gördü. Belirsizliklerle ve açıkça tanımlanmamış ya da tanımlanamayan sözcüklerle karşılaştı. Lavoisier daha sonra yaşamının temel uğraşı olarak kimyayı incelemeyi benimsedi. Her zaman için düşünme ve yorumlamanın mantıksal bir açıklığını aradı, içinde berrak düşünce için berrak dilin önemini vurguladığı *Traité...* adlı eserinde bu görüşlerini dile getirdi.

Condillac'ın etkisi

Lavoisier'nin bütün düşünce ve çalışmalarının temelini, Fransız filozofu rahip Étienne Bonnot de Condillac'ın (1714-1780) ampirist ve sensüalist felsefesi oluşturur. Lavoisier, Condillac'ın sınıf ya da tür için yaptığı ayrımların bütün bilimlerin mantığında bulunduğunu ve doğal olarak bunun kimya için de geçerli olduğunu söyler. Lavoisier'ye göre kimya, kuşatılmış olduğu metafiziksel bağlardan ancak bu felsefe yoluyla kurtulabilir. O dönemlerdeki anlamları açık bir düşünceye sahip olmayan sözcükleri yaygın kullanma alışkanlığı, Condillac tarafından kınanmıştı. Condillac'ın *Logique* (Mantık, 1780) adlı eserine Lavoisier çok değer vermiş ve 1787 tarihli *Méthode de nomenclature chimique*'te ve 1789 tarihli *Traité élémentaire de chimie*'de ondan fazlaca alıntı yapmıştır. Kendi felsefesinde ve özellikle de dil konusundaki düşüncelerinde güçlü bir şekilde John Locke'dan etkilenen Condillac, "Hatalarımızın nedeni, anlamını belirleyemediğimiz sözcüklere göre yargılama alışkanlığıdır" diyordu. Condillac, 18. yüzyılın öteki Fransız filozoflarıyla bilime karşı genel bir ilgiyi paylaşmış ve bilimin ilerlemesi için temel olduğunu düşündüğü birkaç önemli ilkeyi öne sürmüştür. "Bilimsel bir argo" ("*un jargon scientifique*") kullanarak başkalarını yoldan çıkaran kişilerden söz etmiş ve "bilimlerin gelişiminin tümüyle onların dilindeki gelişmeye bağlı olduğunu" düşünmüştür. Condillac, düşünme için dilin gerekli olduğu görüşünün aşırı bir savunucusu olmuştur: "Dilimiz ne denli iyi ya da kötü kurulursa, biz de ancak o denli iyi ya da kötü akıl yürütürüz... ; akıl yürütme sanatı tümüyle iyi konuşma sanatına indirgenebilir". Bu bağlamda Lavoisier, *Traité*...'nin girişinde şunları dile getirmiştir: "Kimyasal adlandırmayı iyileştirmeye ve yetkinleştirmeye yönelik... bu çalışmada, Condillac'ın düşünceleri ışığında şunu kabul ettik: Yalnızca sözcükler yardımıyla düşünürüz; diller gerçek analitik yöntemlerdir; tüm anlatım biçimleri arasında en yalını, en kesini ve kendi nesneleri ile en uyumlusu olan cebir, aynı zamanda hem dil hem de çözümsel yöntem olarak göz önüne alınabilir; kısacası sanatı akılcı kılmak için onu çok düzenli bir dile oturtmak gerekir..."

"Bilim, bilinenden bilinmeyene gitmektir"

Lavoisier'nin 1789'da yayımlanan üç bölümlük *Traité*...'sinin üçüncü bölümü, kimyasal aygıt ve işlemleri tanımlayan 300'den fazla sayfayı ve 13 resim levhasını içerir. Eserin "*Discours preliminaire*" başlıklı önsözünde şu ifadeler yer almaktadır:

"Matematikte olduğu gibi öteki bilim dallarında da genelliği enikonu saptanmış olan değişmez bir gerçek vardır ki, o da, bilgi edinmek için bilinenden bilinmeyene gitmektir. Çocukluğumuzun ilk dönemlerinde fikirlerimiz, gereksinimlerimizden doğar; gereksinme duygusu bunları gidermeye yönelik bir nesne düşüncesi yaratır ve farkına varılmaksızın bir dizi duyum, gözlem ve çözümleme ile birbirine bağlı ve birbiri ardı sıra uzanan düşünceler zinciri oluşur..."

"İlk kez bir bilimin incelenmesine başlandığında, çocukların haline benzer bir durumda bulunulur ve taklit edilmek zorunda olunan yol, gerçekte çocuk-

ların fikirlerinin oluşmasında doğanın izlediği yolun aynısıdır. Çocukta fikrin, bir duyumun sonucu olması ve bu duyumun fikri doğurması gibi, fiziksel bilimleri öğrenme merakına düşenler için de fikir, deneyin ya da gözlemin doğrudan bir sonucudur."

"Ancak şurası belirtilmelidir ki, bilim mesleğine giren bir kimse, ilk fikirlerini edinen çocuklardan daha az elverişli bir durumdadır; eğer çocuk, çevresindeki nesnelerin yararlı ve zararlı sonuçları hakkında yanılmışsa, doğa, kendini düzeltmesi için çocuğa bir fırsat tanır. Koyduğu bir yanlış yargı, her an, bir deneme ile düzeltilir. Yanlış bir yargı yoksunluk ve acı verir, doğru bir yargı ise zevk ve hoşlanma verir. Böylece doğanın doğru yolu göstermesi sayesinde, çok geçmeden artık akıllıca düşünülür; yoksunluk ve üzüntüye düşmemek için başka çıkar yol kalmayınca da doğru yargıya varılır. Bilimsel inceleme ve uygulamada ise durum değişiktir. Verdiğimiz yanlış kararlar ne varlığımıza ne de rahatımıza dokunur; hiçbir maddi yarar, düşüncelerimizi düzeltmeye bizi zorlamaz; bizi gerçeğin ötesine götüren, hayal gücüdür. Böyle yaparsak kendi kendimizi ayartmış oluruz. O halde, genellikle fiziksel bilimlerde sonuç çıkaracak yerde varsayım ve kestirimlerde bulunulması ve çağdan çağa aktarılan bu varsayım ve kestirimlerin kazandıkları yetke (otorite) nedeniyle gitgide daha ağır basmalarına ve kafası işleyen insanların gözünde bile bunların temel gerçekler sayılmasına şaşmamak gerekir."

"Bu yanılgıların önüne geçmek için tek çare, bizden kaynaklanan ve bizi yanılgıya götüren yargıyı atmak ya da hiç olmazsa olabildiğince basitleştirmek, bunu her zaman denemeye sunmak ve ancak doğanın verileri olan ve bizi aldatmayan olguları tutmaktır... Kimya biliminde hâlâ bir boşluk bulunmaktadır. Bunlar çoğu zaman olguların birbiriyle bağdaşmasını zora sokmaktadır. Kimya 'Geometrinin Öğeleri' gibi iyi tanımlanmış, parçaları birbiriyle yakından ilişkili olan bir bilim değildir. Bununla birlikte, gelişmesi hızlıdır. Gelecek konusunda umutlarımızı haklı çıkaran nedenler vardır... İşte bu gerçeklere inanmış olarak yalnızca bilinenden bilinmeyene doğru gitmek, doğrudan doğruya deney ve gözlemlerden türemeyen hiçbir sonuç çıkarmamak ve kimyasal olgu ve gerçekleri, yeni başlayanlarca da kolayca anlaşılmasını sağlayacak en uygun biçimde kendime bağlamak ilkesinden şaşmadım."

Kimya dilinin kurulması

Traité..., gerçek anlamda bir ders kitabı niteliğindedir. Eserde kimya deneylerinde kullanılan kimyasal maddelerin ağırlık verileri ve kimyasal hesaplamalar da yer almaktadır. Günümüz ders kitaplarından farkı, her sayfada yazarın kişiliğinin fark edilmesidir. Okunduğunda, Lavoisier'nin kimyanın temellerini sergilerken, kesin olarak bunu bizzat kendisine rehber olması için yazmış olduğu görülür. Kimyasal hesaplamaları ele alışı, kendisi ve dönemi açısından en ateşli tartışmalara yol açan kimya sorunlarını özetleyerek ortaya koyuşu, bu durumu açıkça sergiler. *Traité...*'nin açık ve kolay anlaşılır bir dille yazılmış olması, yeni fikirlerin herkes tarafından anlaşılıp benimsenmesini sağlamış, bu nedenle de *Traité...*, uzun yıllar boyunca elden düşmeyen bir temel eser olarak kalmıştır.

Lavoisier'nin *Traité...*'si (1789), aynı dönemde yazılan Jean-Antoine Claude Chaptal'in (1756-1832) *Élémens de chimie* (Kimyanın Öğeleri, 1790) adlı eserinden çok daha büyük etki yapmıştır. Eser, Fransız Nicolas Lémery'nin *Cours de chymie*'si (Kimya Dersleri, 1675) ya da İngiliz Thomas Thomson'un (1773-1852) *System of Chemistry*'si (Kimya Sistemi, 19. yüzyıl başı) gibi kendisinden daha önce ve daha sonra gelen büyük ders kitaplarıyla pek çok yönden karşılaştırılabilirse de, yazarının açıkça ilan ettiği türetme sözcükleriyle onlardan farklıdır. Lavoisier bu kitabı yazmasındaki amacının, birincil olarak ne kimya bilgisini özetlemek ne de kendi oksijen kuramını yorumlamak olmadığını, ama kimya dili üzerine kendi düşüncelerini açıklamak olduğunu söylemiştir: "Bu eseri yazmaya niyetlendiğimde tek düşüncem, kimya adlandırmasını reformlamak ve yetkinleştirmek gerektiği üzerine 1787 Nisan'ında 'Académie des Sciences'ın halka açık genel toplantısında okuduğum raporu daha da geliştirmekti." Ama Condillac'ın dediği gibi düşünce ile dil arasında dolaylı bir iç bağlantı vardı ve bu bağlamda Lavoisier, "... yalnızca adlandırma ile ilgilendiğimi ve tek sorunumun kimya dilini yetkinleştirmek olduğunu düşünürken, eserim kendi ellerimde, onu denetleme gücüm olmaksızın farkına varılmaz bir şekilde kimyanın temel incelemesi haline dönüştü" der.

Her ne kadar *Traité...*'nin başında Lavoisier, kimya dilini reformlamaktan söz etmişse de her şeyden önce kimyasal bileşikler için yeni bir adlandırma (nomenklatür) gerekmiştir. Lavoisier'nin yeni kimyasal adlandırması, kuramsal bir sistemdi ve Condillac'ın ampirik felsefesinin ilkelerini benimsiyordu. Buna göre iyi kurgulanmış bir dil, kesin bir gözleme dayalı olmalıydı ve bir araç olarak kullandığı çözümleme (analiz) ve bireştirme (sentez) ilkeleri yardımıyla bilinen ya da bilinmeyen kimyasal denklemlerin denkliklerini cebirsel yoldan akılcı bir şekilde kurmalıydı. *Traité...*'nin girişinin büyük bir kısmı, Lavoisier'nin 1787'de Académie'de okuduğu adlandırma konulu raporun bir tekrarından ibaretti ve yine sık sık Condillac'tan serbestçe alıntılar içeriyordu. Kitabın birinci kısmındaki iki bölümün başlıkları, özgül olarak adlandırmaya ilişkindi ve eserin kendine özgü özelliği, notların eşlik ettiği 44 çizelge dizisi idi. Bu çizelgelerde 33 "basit madde" ve binin hayli üzerinde kimyasal bileşik listelenmişti. Bunlar, onlardan bileşiklerin türetildiği baz ya da asite göre listelenmişti ve eski terminolojide bunlara karşılık gelen adlar uygun şekilde verilmişlerdi.

Yeni adlandırmanın -ve onunla yakın bağlantı içinde olan oksijen kuramının- "Aydınlanma" dünyasına girişinin incelenmesi girişiminde bununla ilgili iki temel eser, yazarları arasında Lavoisier'nin de yer aldığı 1787 tarihli *Méthode...* ile Lavoisier'nin 1789 tarihli *Traité...*'sidir. Bu kitapların her ikisi de 18. yüzyıl sonlarıyla 19. yüzyılın başlarında geniş bir dolaşımda olmuşlardır. *Méthode...*'un en azından yedi kez Fransızca baskısı, ayrıca da İngilizce, Almanca, İtalyanca ve İspanyolcaya tam çevirileri olmuştur. *Traité...* daha da popüler olmuş ve en azından dokuz Fransız, üç Alman, iki Felemenk, üç İtalyan, bir İspanyol, üç Amerikan ve bir Meksika baskısı -bu baskıların tümü 1805 yılından önce- gerçekleşmiştir. Ancak yeni kuramın ve dilin yayılmasını, yalnızca bu iki kitaba indirgemek, hayli gerçekdışı olacaktır. *Méthode...*'un

çeşitli bölümleri, özellikle de çizelge ve sözlük kısmı, bilimsel süreli yayınlarda, ders kitaplarında, sözlüklerde ve ansiklopedilerde tekrar tekrar yayımlanmıştır. Fourcroy bile *Élémens d'histoire naturelle et de chimie* (Doğa Tarihinin ve Kimyanın Öğeleri, 1786) adlı eseri aracılığıyla adlandırmanın yayılmasında büyük bir rol oynamıştır. Fourcroy'un bu kitabının üçüncü baskısı (ve daha sonraki baskıları) *Méthode*...'dan alınan yeni terimler çizelgesini ve sözlüğü içermektedir. Fourcroy'un *Élémens*...'i de İngilizce, Almanca ve İspanyolcaya çevrilmiş, böylece yeni terimleri daha da yaygın bir şekilde bilinir kılmıştır.

Lavoisier temel görevinin kimyanın anlaşılabilir bir dile, yeni bir adlandırmaya kavuşturulması olduğunu gördü. Kendi çabası ile kurulan bir komisyon, eski simya çağından beri değişmeden kullanılagelen terimleri ve ayrıca da kimyasal simgeleri ele alarak yeni bir dizge oluşturdu. "Kimyanın geçmişten zincirlerini koparma ve ona çözümlemenin gerçek ruhunu kazandırma zamanı gelmişti." Her bir kimyasal madde, oluştuğu elementlere göre adlandırılır oldu.

18. yüzyıl sonlarına doğru Lavoisier, kimyasal değişimleri daha cebirsel bir dille yazmak üzere kimyasal simgeleme konusunda çalışmış, kütlenin korunumu yasasına dayanarak kimyasal olayların nicel gösteriminin, bir dizi tepkimeleri gösterecek şekilde cebirsel denklemler halinde yazılabileceğini işaret etmiştir. Lavoisier'nin söylediği gibi dilin, düşünceleri işaretler yardımıyla ifade etmekten başka bir şey olmadığına yaygın bir şekilde inanılmıştır. Ama diller bundan daha fazlasına sahiptiler; diller, matematikçilerinki ile aynı yoldan, onların yardımıyla insanın bilinenden bilinmeyene doğru ilerlediği gerçek çözümsel yöntemlerdi. O, cebirin en yetkin çözümsel yöntem olduğunu düşünüyordu ve cebir gerçek bir dildi. Böylece bir dil ve bir çözümsel yöntem, papaz Condillac tarafından *Logique* adlı eserinde açıkça gösterilmiş olduğu gibi aynı şeylerin iki farklı ifadesi idi. Şimdi eğer diller, insanın düşünme sürecine yardımcı olmak için oluşturulan gerçek araçlar idiyse, bu araçların olabildiğince en iyisi olması önem taşıyordu. Dilin yetkinleştirilmesi, bilimi incelemeye başlayanlar açısından çok önemliydi ve yanlış düşünceler bir kez oluştuktan sonra geçersiz kılınması güç olan önyargılara dönüşüyorlardı: "İyi kurulmuş bir dil... doğanın yürüyüşünden saptıracak şekilde kimyayı açıklayan şeylere izin vermeyecektir; ya adlandırmayı reddetmek ya da onun gösterdiği yolu karşı konulmayacak şekilde izlemek gerekecektir".

Lavoisier kimyanın yürürlükteki dilinin, açık bir şekilde bu ilkelere göre oluşmamış olduğuna işaret etmiş, bu noktayı vurgulamak üzere simyacılarca kullanılmış eğretisel ifadelerden örnekler vermiştir. Kimyanın henüz tamamlanmış olmaktan uzak olduğu düşünüldüğünde, yeni adlandırmanın yetkinlikten uzak olabileceği doğrudur; ama eğer bir adlandırma sağlam ilkeler üzerine kurulmuşsa, katı bir adlandırmadan çok, maddelere ad verme yöntemi olarak kabul edilmesi koşuluyla bizzat daha ileriki çalışmalara uyarlanabilecektir; keşfedilebilecek yeni maddeler önceden işaret edilebilecek ve gelecekte yalnızca küçük yerel reformları gerektirecektir.

Lavoisier'nin elementler listesi

Lavoisier *Traité...* adlı eserinde o zamanın bilgileri ışığında bir elementler listesi vermiştir. Bu listede üç gaz (oksijen, azot, hidrojen); üç ametal (kükürt, fosfor, karbon) ve oksijen içerdiği düşünülen üç çeşit asit kökü ya da asit radikali ["muriatik (klorlu) kök"!, "fluorik (fluorlu) kök"!, "borasik (borlu) kök"!]; on yedi metal (demir, bakır, altın, gümüş, cıva, kalay, kurşun, çinko, nikel, kobalt, manganez, arsenik, antimon, bizmut, tungsten, molibden, platin); o zamanlar henüz ayrıştırılmamış olan, bilinmeyen elementlerin oksit ya da hidroksitlerinden oluştuğu düşünülen ve topraksı tuz haline geçebilen beş çeşit "alkali toprak" [kireç (→kalsiyumkarbonat), magnezya (→magnezyumoksit), barit (→baryumsülfat), kil / alümina (→alüminyum oksit), çakmaktaşı / silis (→silisyumdioksit)]; son olarak da "ışık" ("*luminère*") ve "ısı" ("*calorique*"), elementler olarak yer almakta, ama örneğin sodyum, potasyum... gibi alkali metaller o zamanlar henüz element halinde keşfedilmediklerinden, listede yer almamakta idi. Lavoisier "ışık" ve "ısı"nın tıpkı gazlar gibi kimyasal tepkimeler sırasında açığa çıktıklarını düşündüğünden, onlara hidrojen, oksijen ve azot gibi gaz halindeki ilk grup elementler içinde yer vermişti. Buradaki "ısı" ("kalorik") elementi, 18. yüzyılın sonlarında maddesel doğada kabul ediliyordu ve bu dönemin en başı çeken ve aynı zamanda en tipik yanılgısı olarak Lavoisier'nin bizzat yıktığı flojiston kuramının bir kalıntısı idi. Lavoisier bu konuda şunları der: "Işık, ısı maddesinin bir modifikasyonu ya da ısı maddesi ışığın bir modifikasyonu mudur? ... Biz ışığı, ısı maddesinden ayırt edeceğiz. Işık ve ısı maddesi ortak özelliklere sahiptir ve onlar kimi koşullarda hemen hemen aynı tür haline birleşirler ve kısmen aynı etkileri gösterirler."

"*Traité...*"de Lavoisier'nin verdiği "elementler" ya da "basit maddeler" listesi şöyleydi:

	Kükürt	Demir	Kurşun	Antimon	Kireç/kireçtaşı	
Oksijen	Fosfor	Bakır	Çinko	Bizmut	Magnezya	Lüminer (Işık maddesi)
Azot	Karbon	Altın	Nikel	Tungsten	Barit	
Hidrojen	Muriatik kökü	Gümüş	Kobalt	Molibden	Alümina/kil	Kalorik (Isı maddesi)
	Fluorik kökü	Cıva	Manganez	Platin	Silika/	
	Borasik kökü	Kalay	Arsenik		çakmaktaşı	

"Saf hava" için Jean Marie Antoine Nicolas de Condorcet (1743-1794) 1782'de "yaşam havası" ("*vital air*") terimini önermişti. Yunancada "hidrojen" sözcüğü "su oluşturucu", "oksijen" ise "ekşi (asit) oluşturucu" anlamlarına gelmektedir. Lavoisier oksijen elementini önce "asitleştirici ilke" ("*principe oxigine*") diye, sonra da "asit oluşturucu" anlamına "oksijen" ("*oxygène*") diye adlandırmıştır. Eskiden bizde bu terimlerin Arapça çevirileri olarak hidrojen için "*müvellid-ülma*"' ve oksijen için de "*müvellid ül-humuza*" terimleri kullanılırdı. Diğer üç kimyacı ile 1787'de ortak yazdıkları *Méthode de nomenclature chimique* adlı kitapta Lavoisier şunları yazmaktaydı: "Yaşam havasını biz oksijen ("asit oluşturucu") diye adlandırdık. Çünkü o, maddeleri yanma sonucu asit haline dönüştürür... Yanabilen hava, hidrojen ("su oluşturucu") diye nitelenmelidir; çünkü o, oksi-

jenle su oluşturur. 'Kötü hava' bundan böyle 'azot' ('yaşatmaz') diye adlandırılmalıdır; çünkü o, hayvanların yaşamasına izin vermez ve zararlıdır."

Méthode...'un yazarları "vitriyol asiti" yerine sülfürikasit, "hava asiti" yerine karbonikasit ve "kalk" yerine oksit nitelemelerini önerdiler. Böylece ilk kez kimyasal elementler ve kimyasal bileşiklerin ayrımı yapılmış ve ilk kez asitler, bazlar ve tuzlar tanımlanmıştır.

Lavoisier'nin genel adlandırma şemasını ortaya koymasından iki hafta sonra Guyton, Académie'nin özel bir toplantısına, önerilen yeni adlandırmanın ayrıntılarını sergileyen bir makale sundu. Guyton, çalışma arkadaşları ile kendisinin basit maddelerin ("*corps simples*") adlandırmasına özel bir dikkat harcadıklarını açıkladı; çünkü bunlardan kimilerinin adları, bu elementleri içeren bileşik maddelerin adları içinde de yer alacaktı. Bu basit maddeler (yani henüz parçalanmamış olan maddeler) hepsinden en basiti olduğu düşünülen maddelerden başlayarak beş sınıf haline bölümlenebiliyordu.

1790'da Chaptal, Lavoisier'den yalnızca önemli bir terim bakımından farklı düşmüş ve daha sonraki dönemin "*azôte*" terimi yerine "*nitrogène*" sözcüğünü kullanmayı yeğ tutmuştur. Chaptal oldukça haklı bir şekilde açıklamıştır ki, bu değişiklik *Méthode...*'un ilkelerinden biriyle uyumludur; çünkü "*nitrogène*" adı, onun "*acide nitrique*", "*nitrates*" vb. gibi bileşiklerinin adlarıyla benzeşikti. Bu sözcük Latince'ye "*nitrogenium*" ("güherçile oluşturan") şeklinde geçmiştir.

Karbon, fosfor, kükürt vb. gibi pek çok yanma olaylarında asit özelliği gösteren gazlar oluştuğundan Lavoisier, tüm asitlerin oksijen içermesi gerektiğini sanıyordu ve buna ilişkin yanlış düşüncesi uzun süre kabul gördü. Buna göre oksijen, asitlerin temel elementlerinden biri idi. Ancak daha sonra Humphry Davy (1778-1829), kimi asitlerin (örneğin hidroklorikasitin) oksijen içermediklerini ve alkali metal oksitlerinin asit değil baz özelliği gösterdiğini kanıtlamıştır.

Almanya, biraz da ulusalcılık kaygısıyla on yıllar boyu Lavoisier'nin kimyasına kayıtsız kalır ve ayrıca İngiliz kimyacılar Henry Cavendish (1731-1810) ile Joseph Priestley'in (1733-1804) eserleri Almancaya çevrilmezken, Almanya'da Sigismund Hermstadt (1760-1832), 1792'de *Traité...*'yi Almancaya çevirmiş ve aynı yıl Christoph Girtanner (1760-1800) Lavoisier kimyası üzerine bir inceleme yayımlamıştır. *Traité...*, Robert Kerr tarafından 1790 yılında sıcağı sıcağına İngilizceye çevrilmiş, Edinburgh'da Fransız asıllı ünlü kimyacı Joseph Black derslerinde yeni kimyayı anlatmaya başlamış, ardılı Thomas Charles Hope (1766-1844) 1787'de ortaya konan yeni kuramı öğreteceği tıp öğrencilerinden kalabalık bir dinleyici kitlesini çevresine toplayabilmiştir. Buna karşılık İskoçların yeni kurama muhalif kaldıkları ve çoğu yerde eski flojiston kuramının öğretilmesini sürdürdükleri görülmüştür. Bizdeki yansımasına gelince, Mühendishane-i Berri-i Hümayun'un ikinci başhocası İshak Efendi'nin (1748-1836), Türkçe dört ciltlik *Mecmua-i Ulûm-i Riyaziye* (Matematik Bilimleri Dergisi, 1831-1834) adlı yapıtının son cildindeki kimya metni, *Traité...*'ye dayalıdır.

Lavoisier sonrasında kimyasal bileşiklerdeki nicel bağıntıları saptama çabalarından, "stökiyometri"nin (madde denkliği ölçümü) kurucusu sayılan Alman kimyacı Jeremias Benjamin Richter (1762-1807) tarafından 1791'de "eşdeğer oranlar (birleşme ağırlıkları) yasası", Fransız Louis Joseph Proust (1755-1826)

tarafından 1799'da "sabit oranlar yasası" ve İngiliz John Dalton (1766-1844) tarafından da 1803'de "katlı oranlar yasası" bulunmuştur. Bu yasalar daha sonraları Jöns Jakob Berzelius'un (1779-1848) çalışmalarına öncülük etmiş ve hep birlikte "Modern Kimya Çağı"nı biçimlendirmişlerdir.

KAYNAKLAR

- Z. Tez, *Bilimde ve Sanayide Kimya Tarihi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2000.

- M. P. Crosland, *Kimya Dili Üzerine Tarihsel İncelemeler* (Çev. ve notl.: Z. Tez), Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2000.

- H. E. Fierz-David, *Die Entwicklungsgeschichte der Chemie*, Verlag Birkhäuser, Basel, 1952.

- W. H. Brock, *The Fontana History of Chemistry*, Fontana Press, London, 1992.

- A. R. Berkem, *Lavoisier'ye Kadar Kimya Tarihine Bir Bakış ve Lavoisier*, Türk Kimya Derneği Yay., İstanbul, 1983.

- Z. Tez, "Giyotin Altında Bir Kimyacı: Lavoisier", *Bilim Tarihi*, 7, 13-20, 1992.

- Z. Tez, "Çağdaş Kimyanın Babası: Antoine Laurent Lavoisier", *Bilim ve Gelecek*, 13, 13-19, 2005.

- M. R. Güneli, "18. Yüzyıl Kimya Biliminin Gelişiminde Flojiston Teorisinin Terk Edilişi ve Lavoisier'nin Getirdiği Yeniliklerin Bilimsel Düşünce Doğrultusunda İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İst. Üni. Sosyal Bil. Enst. Felsefe ABD, İstanbul, 2004.

Traite Elementaire de Chimie'ye Önsöz*

Antoine Laurent Lavoisier

Bu kitaba başlarken tek amacım Nisan 1787'de Bilimler Akademisi'nin halka açık toplantısında kimya terminolojisinin yenilenmesi ve tamamlanması gerektiği hakkında okumuş olduğum monografiyi genişletmek ve açıklamaktı. Bu işle uğraşırken, Abbe de Condillac'ın *Mantık Sistemi* kitabında ve bazı başka eserlerinde yer alan, aşağıdaki kuralların haklılığını her zamankinden çok daha iyi algıladım:

"Bizler yalnız sözcüklerin aracılığıyla düşünürüz. Dil, gerçek çözümleyici yöntemdir. Her tür ifade şekline en basit, en kesin ve en iyi şekilde uygulanan cebir, aynı zamanda bir dil ve bir çözümleyici yöntemdir. Usavurum sanatı, iyi düzenlenmiş bir dilden daha öte bir şey değildir."

Ben sadece bir terminoloji düzenlemek için çalıştığımı sanırken ve kimya dilini geliştirmekten öte bir şey istemediğimi kendi kendime söylerken çalışmalarım, elimde olmadan, derece derece kimyanın elementleri üzerine bir kitaba dönüştü.

Bir bilim terminolojisini, bilimin kendisinden ayırmanın olanaksız olma nedeni şudur. Fiziksel bilimlerin her dalı üç şeyden oluşmalıdır: bilimin amacı olan olgular dizisi, bu olguları temsil eden fikirler, bu fikirleri ifade eden sözcükler. Aynı mührün vurduğu üç damga gibi sözcük fikri üretmeli, fikir de olgunun bir resmi

* Kimyanın gerçek anlamda bilimsel nitelik kazanması 18. yüzyılın sonlarına doğru Lavoisier'in *Traite Elementaire de Chimie* adlı kitabının yayımlanmasını beklemiştir. Bu yapıt, kendi alanında, Newton'un *Principia*'sı, Darwin'in *Türlerin Kökeni* ölçüsünde önemlidir. Aslında Lavoisier ne yeni bir kimyasal madde, ne de bilinmeyen birtakım olgular keşfetmiştir. Onun yaptığı, başkalarının yanma olayı ile ilgili deneysel olarak buldukları olguları açıklayan yeni bir teori geliştirmek, kimyasal birleşmenin basitliğini göstermek ve kimyasal maddeleri adlandırmak için bir sistem icat etmek olmuştur. 1789'da yayımlanan bu başyapıtın Lavoisier tarafından yazılan önsözünü sunuyoruz. (Kaynak: Derleyen: Edmund Blair Bolles, *Galileo'nun Buyruğu*, Çev: Nermin Arık, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Kasım 2000, Ankara)

olmalıdır. Fikirler sözcükler aracılığıyla saklanır ve iletilir. Bunun doğal sonucu şudur ki, aynı zamanda bilimin kendisini geliştirmeden onun dilini geliştirme olanağı yoktur. Öte yandan, bir bilimin dilini ya da ona ait terminolojiyi geliştirmeden o bilimi geliştiremeyiz. Bir bilimin olguları ne kadar belirgin, bu olgulara dayanarak vardığımız fikirler ne kadar haklı olursa olsun, onları doğru olarak ifade edecek sözcükler eksikse başkalarına sadece yanlış izlenimler iletebiliriz.

Dikkatli okuyucular, bu kitabın ilk bölümünün yukarıdaki gözlemlerin doğruluğunu kanıtlama fırsatını sık sık verdiğini göreceklerdir. Çalışmam sırasında, şimdiye kadar basılmış olan kimya çalışmalarında uygulanandan temelde farklı bir düzenleme sırası kullanmak zorunda kaldım. Beni bunu yapmaya yönelten nedenleri açıklamam yerinde olur.

Gerçeği olgularda aramak

Geometride, daha doğrusu bilginin her dalında, evrensel kabul gören bir kural vardır: Bir araştırma sırasında, bilinen gerçeklerden bilinmeyenlere gitme gerekliliği. Bebekliğin ilk dönemlerinde düşüncelerimiz gereksinimlerden kaynaklanır. Gereksinim duyumu, onu karşılayacak nesne düşüncesini getirir. Böylece, bir dizi duyu, gözlem ve çözümleme yoluyla, art arda gelen bir düşünce zinciri oluşur. Bunlar birbirleriyle öylesine bağlantılıdırlar ki, dikkatli bir gözlemci, geriye bakarak, bütün insan bilgilerinin tümünün sırasını ve bağlantılarını belirli bir noktaya kadar görebilir.

Herhangi bir bilimi incelemeye başladığımız zaman, o bilime göre bizler de çocuklarınkine benzer bir durumdayızdır; ilerleme sağlayabileceğimiz yöntem de doğanın, onların fikirlerini oluşturmada izlediği yöntemin aynıdır. Çocukta düşünce bir duyumun yol açtığı bir etkiden ibarettir. Aynı şekilde, bir fiziksel bilimin incelenmesine başlarken biz de, bir deneyin veya gözlemin gerekli bir sonucu ya da doğrudan bir etkisi olmayan hiçbir düşünce oluşturamayız. Bunun yanında, bir bilimi meslek edinmeye girişen bir kişi, ilk fikirlerini edinen bir çocuktan daha az avantajlı bir konumdadır. Doğa çocuğa, onu çevreleyen nesnelerin hoşa giden ya da acı veren nitelikleri hakkında düşebileceği hataları düzeltmek için çeşitli olanaklar tanımıştır. Yargıları her keresinde deneyimle düzeltilir; yanlış yargının sonucu bir eksiklik ya da bir acıdır; doğru yargı da doyum ve hoşnutluğa yol açar. Böyle yol göstericiler sayesinde ister istemez bilgi sahibi oluruz; tersine davranmanın sonucu sıkıntı ve acı olunca da kısa sürede doğru yolda usavurmayı öğreniriz.

Bilimlerin incelenmesi ve uygulanması ise tümüyle farklıdır. Yargılarımızın yanlış sonuçları, ne var oluşumuzu ne de rahatımızı etkiler, herhangi bir fiziksel gerekçeyle onları düzeltmeye zorlanmayız. Tersine, sürekli olarak gerçeğin sınırları ötesinde dolaşan hayal gücü, kendini beğenmişlik ve kolayca kapıldığımız o kendine güvenle de birleşince, bizi doğrudan olgulardan çıkarılmamış olan sonuçlara yöneltir; böylece bir ölçüde kendimizi kandırma eğilimine gireriz. Bu nedenle, genellikle fizik biliminde, insanların sonuçlar çıkarmak yerine varsayımlarda bulunmalarına hiç şaşmamalıdır. Bu sayıltılar bir dönemden öbürüne aktarılarak, onları destekleyen otoritelerden de ilave ağırlıklar sağlarlar; sonunda da dâhiler tarafından bile temel gerçekler olarak kabul edilirler.

Bu tür yanlışları önlemenin, eğer oluşmuşlarsa da düzeltmenin tek yolu usavurumları sınırlandırma ve olabildiğince basitleştirmektir. O da tamamen bize bağlıdır; yanlışlarımızın tek kaynağı da onları ihmal etmemizdir. Olgulardan başka hiçbir şeye güvenmemeliyiz. Onları bize doğa sunmuştur; onlar bizi aldatmaz. Usavurumlarımızı her seferinde deneyler ve gözlemlerle sınamalı, gerçeği doğal deney ve gözlem yolları dışında aramamalıyız. (...)

Kimya öğrenmeye başlamak

Bu gerçeklerden tamamen emin olarak, sadece bilinenden bilinmeyene gitmeyi, deney ve gözlemlerden doğrudan ve zorunlu olarak ortaya çıkan sonuçlar dışında hiçbir sonuç çıkarmamayı, olguları ve onlardan çıkarılan sonuçları kimya öğrenmeye yeni başlayanların tam olarak anlamasını kolaylaştıracak şekilde düzenlemeyi ilke olarak benimsedim. Bu yüzden, kimya derslerinde ve temel kitaplarında, öğrencilerin ve okuyucuların, ilerideki derslerde kendilerine açıklanıncaya kadar bilmeleri asla varsayılamayacak, bilimin temel ilkelerini bildiklerini varsayan alışılagelmiş düzenden uzaklaşmak zorunda kaldım. Bu dersler, hemen her maddenin elementlerini ele alarak ve ilgiler (affinities) tablosunu açıklayarak işe başlarlar; öyle yapmanın da, kimyanın temel olgularını daha başlangıçta öne çıkarmayı gerektirdiğini düşünmezler. Tanımlanmamış olan terimleri kullanırlar, öğretmeye daha henüz başladıkları insanlarca, bilimin anlaşılacağını varsayarlar. Ayrıca, bilimin diline kulakları, ya da aletlerine gözleri alıştırmak için yeterli olmayan bir başlangıç kursunda pek az kimya öğrenilebileceği de dikkate alınmalıdır. Üç ya da dört yıllık çalışma yapmadan, bir kimyacı olmak hemen hemen olanaksızdır.

Bu güçlükler konunun özelliğinden çok, öğretim yöntemi ile ilgilidir. Onları önlemek için, ben de daha çok doğa düzeni ile daha uyumluymuş gibi görünen yeni bir kimya düzenlemesini gerçekleştirmeye yöneldim. Ancak, kabul etmeliyim ki bu tür güçlüklerden kaçarken, bu sefer de kendimi başka sıkıntılarla uğraşır buldum. Onların bazılarını gideremedim; ancak, başarısızlığın benim uyguladığım düzenin yapısından değil, daha çok kimyayı hâlâ uğraştıran bazı eksikliklerden kaynaklandığı kanısına vardım. Bu bilimde hâlâ birçok boşluk bulunmaktadır. Bunlar, olgular arasındaki sıralamayı bozmakta ve çoğu zaman onların birbirleriyle bağdaşmasını son derece zora sokmaktadır: Kimya, geometrinin öğeleri gibi tanımlanmış, parçaları birbiriyle yakından ilişkili olan bir bilim değildir. Bununla birlikte, gelişmesi öylesine hızlıdır ve çağdaş öğreti sayesinde olgular öylesine sağlıklı bir düzene girmişlerdir ki, günümüzde bile, en üst düzey kusursuzluğa ulaşma yolunda olduğuna, bunun için yeterli duyarlılığa sahip olduğu konusunda umutlarımızı haklı çıkaran nedenler vardır.

Kimyanın bütün bölümleri arasında, sistematik bir bütüne indirgenebilme bakımından eksiksiz ve belki de en güvenilir bölüm olmasına karşın, ilgilerle(1) uğraşan kimya dalını bu kitaba almadım. Bunun nedeni, deneylerle doğrulan-

---

1) Kimyasal ilgiler kimyasal çekimlerdir. Kolaylıkla birleşen iki kimyasal maddeye birbirlerine karşı ilgileri vardır denir. Kimyacılar, doğal olarak ilgilerin nasıl açıklanabileceğini kestirememişlerdir.

madıkça sonuç çıkarmamak ve eksik bilgi vermemek şeklindeki katı kuraldan asla şaşmamış olmamdır. Geoffroy, Gellert, Bergman, Scheele, de Morveau, Kirwan[2] ve daha birçok kimyacı bu konuda epey özel bilgi toplamışlardır; ama bunlar gereği gibi düzenlemeyi beklemektedir. Ancak temel veriler hâlâ eksiktir, elimizde olanlar da ya kimyanın böylesine önemli bir dalına temel oluşturacak ölçüde tamamlanmamıştır ya da yeterince kanıtlanmış değildirler. İlgi biliminin ya da bazı maddelerin kimyasal anlamda birbirlerini çekmeleri biliminin, kimyanın öteki dallarına göre konumu, yüksek ya da ileri geometrinin daha basit ve temel geometriye göre konumuyla aynıdır. Ben, okuyucularımın büyük çoğunluğunun kolaylıkla anlayacağı umuduyla, bu basit ve gösterişsiz elementleri kimya biliminin çok yararlı ve gerekli olan öteki dallarındaki henüz halledilmemiş belirsizlikler ve güçlüklerle karıştırmamayı doğru buldum.

Felsefenin atalarının otoritesi

Belki de, bu irdelemelerde bir kendini beğenmişlik de, ben farkında olmadan etkili olmuştur. Mr. De Morveau bu aralar *Methodical Encyclopaedia*'da ilgiler hakkında bir makale yayımlamak üzerinde çalışıyor; benim de, onun çalıştığı bir alana girmek istemeyişimin birden çok nedeni vardır.

Kimyanın elementleri konusundaki bir kitapta, maddenin bileşenleri ve temel parçaları hakkında bir bölüm olmaması, kuşkusuz şaşırtıcıdır. Ama bu vesileyle, doğadaki bütün cisimleri üç ya da dört elemente indirgeme tutkusunun bize Yunan filozoflarından gelen bir önyargıdan kaynaklandığını söylemeliyim. Doğada bulunan bütün maddelerin dört elementin çeşitli oranlarda bileşimi ile oluştuğu düşüncesi, deneysel felsefe ve kimyanın ilk ilkeleri var olmadan çok zaman önce ileri sürülmüş bir varsayımdır sadece. O dönemde olgular toplanmadan sistemler oluşturuldu. Oysa olguları toplamış olan bizler, önyargılarımızla uyumlu olmadığında onları reddetmekte kararlı gibiyiz. İnsan felsefesinin atalarının bu otoritesi hâlâ büyük ağırlık taşımaktadır; korkarım gelecek kuşaklarda bile etkili olacaktır.

Bazı felsefi kimyacıları dikkate almazsak, dört element öğretisini destekleyen kimyacılar arasında, olguların ortaya koyduğu kanıtlar karşısında teorilerine daha çok sayıda element dahil etmeyen hiçbir kimyacının olmaması dikkate değerdir. Bilgi çağının yeniden canlanmasından sonra yazan ilk kimyacılar, kükürt ve tuzu birçok maddenin bileşimine giren temel maddeler olarak düşündüler ve dört yerine altı elementin var olduğunu kabul ettiler. Beccher üç ayrı çeşit toprağın varlığından söz eder; ona göre, bütün metalik maddeler bu toprakların değişik oranlarda birleşmesiyle meydana gelmiştir. Stahl, bu sisteme başka bir değişiklik daha getirdi; onun ardından gelen kimyacılar da benzer türden ekler ve değişiklikler yapma veya düşünme yoluna gittiler. Bütün bu kimyacılar, kanıtı olmayan iddialarla yetinen, ya da, en azından, çağdaş felsefe-

---

2) Bu listedeki en önemli kimyacı İsveçli Carl Wilhelm Scheele'dir (1742-1786). Lavoisier'in çalışmalarına büyük katkılarda bulunmuştur. Kimyasal ilginin doğası konusunda çalışan en önemli kimyacı ise, asitler ile bazlar arasındaki ilgiler tablosunu derleyen başka bir İsveçli, Tobern Olof Bergman'dır (1735-1784).

nin gerektirdiği sağlam çözümlemelerle desteklenmemiş olan en zayıf olasılıkları kanıt olarak kabullenen, o günün dehasının peşinden gitmişlerdi.

Elementlerin sayısı ve özellikleri hakkında bütün söylenebilecekler, kanımca, tümüyle metafiziksel tabiatlı tartışmalarla sınırlıdır. Bu konu bize sadece belirsiz problemler sunmaktadır. Bu problemler binlerce değişik yolla çözülebilirler ve o çözümlerin hiçbiri de, büyük olasılıkla, doğa ile tutarlı değildir. Bu nedenle, bu konuda sadece şunu ilave edeceğim: Eğer elementler terimi ile maddeyi oluşturan şu basit ve bölünmeyen atomları kastediyorsak, çok büyük olasılıkla, onlar hakkında hiçbir şey bilmiyoruz; ama eğer elementler veya cisimlerin ana maddeleri terimlerini, çözümlemenin erişebileceği son nokta hakkındaki düşüncelerimizi ifade etmek için kullanıyorsak, o zaman, cisimleri herhangi bir yolla ayrıştırarak indirgediğimiz maddeleri element olarak kabul etmek zorundayız. İncelediğimiz bu maddelerin iki veya daha çok maddeden oluşmayabileceğini söylemeye hakkımız yoktur. Bu temel maddeleri ayıramadığımızdan, ya da daha doğrusu şimdiye dek onları ayıracak aracı keşfedemediğimizden, onlar bizim için basit maddeler yerine geçecektir; deney ve gözlem bileşik olduklarını kanıtlamadan, onların bileşik madde olduğunu asla varsaymamalıyız.

Yeni kimya terminolojisi ve üstünlükleri

Kimyasal kavramların gelişmesi hakkında yukarıda belirttiğim düşünceler, doğal olarak, bu kavramları ifade edecek sözcükler için de geçerlidir. Kimya terminolojisi üzerinde de Morveau, Berthollet, de Fourcroy ve benim 1787'de derlediğimiz çalışmalardan da yararlanarak, mümkün olduğu ölçüde, basit cisimleri basit terimlerle adlandırmaya çalıştım; doğal olarak, önce bunu yapmaya yöneldim. Anımsanacağı gibi, herhangi bir maddenin, dünyada uzun süreden beri tanınmakta olduğu adını korumak zorundaydık. Sadece iki durumda değişiklik yapmayı uygun gördük; birincisi, yeni keşfedilmiş ama adlandırılmamış ya da en azından kısa süreden beri bilinen, ancak adları toplum tarafından henüz kabul görmemiş olanlar; ikinci olarak da, ister eski zamanlarda ister yenilerde verilmiş olsunlar, adlar bize yanlış fikirler ifade ediyor gibi geliyorsa; uygulandıkları maddeler farklı veya belki de tam tersi özellikleri olan maddelerle karıştırılıyorsa.

Bu durumlarda onların yerine başkalarını koymakta duraksamadık. Yeni adların büyük bir bölümü Yunancadan alınmıştır. Bu adları, maddenin en temel ve en karakteristik özelliklerini ifade edecek şekilde oluşturmaya çalıştık. Bunu yaparken de, bir yandan kimyaya yeni başlayan ve bir anlamı olmayan bir sözcüğü anımsamakta zorluk çeken kişilerin belleklerine yardımcı olmanın; öte yandan, hiçbir sözcüğü belirli bir fikirle bağlantı kurmadan kabullenmemeye o kişileri daha işin başında alıştırmanın sağlayacağı yararları gözden ırak tutmadık.

Birkaç basit maddenin bileşiminden oluşan cisimlere yeni adlar verdik; bu adlar o maddelerin özelliklerini işaret ettiği biçimlerde oluşturuldu. İkili bileşimlerin sayısı oldukça çok olduğundan, karışıklığı önlemek için, uygulayabileceğimiz tek yöntem onları sınıflara ayırmaktı. Fikirlerin doğal akışı içinde, bir sınıfın veya türün adı, onu oluşturan bireylerin çoğunun ortak niteliğini

yansıtan ad oldu. Tür içindeki örneklerin adı ise, tersine, sadece o bireye özgü niteliği yansıtır.

Bu tanımlamalar kimilerine metafiziksel gibi gelebilir; ama öyle değildir; doğa tarafından ortaya konmuşlardır. Abbé de Condillac şöyle diyor: "Çocuğa, kendisine gösterilen ilk ağaca, ağaç demesi öğretilir. Ondan sonra gördüğü ağaç da aynı fikri çağrıştırır; çocuk ona da aynı adı verir. Bir üçüncüsüne, bir dördüncüsüne de aynı şeyi yapar. Sonunda, önce belirli bir ağaca uyguladığı ağaç sözcüğünü bir sınıfın ya da türün adı olarak, bütün ağaçlan kapsayan soyut bir fikir için kullanmaya başlar. Ancak bütün ağaçların aynı amaca hizmet etmediklerini, hepsinin aynı tür meyve vermediğini öğrendiğinde, kısa sürede onları belirli ve özel adlarla ayırt etmeyi öğrenir." Bütün bilimlerin mantığı budur ve doğal olarak kimya için de geçerlidir.

Örneğin asitler basit olarak nitelediğimiz iki bileşenden oluşur. Birisi asitliği oluşturur ve bütün asitlerde ortaktır; sınıfın ya da türün adı bu maddeden alınmalıdır. Öteki, ise her bir aside özgü olan bir şeydir; onu diğerlerinden ayırt eder, türün adı da bu maddeden alınmalıdır. Ancak asitlerin büyük bölümünde iki bileşen, yani asitleştiren madde ve onun asitleştirdiği madde, bütün denge ve doygunluk noktalarını oluşturacak şekilde, değişik oranlarda bulunur. Sülfürikasit ile sülfirözasit için durum böyledir. Biz de aynı asidin bu iki durumunu adlarının sonunu değiştirerek ayırt ettik.

Havanın ve ateşin ortak etkisine maruz bırakılan metal maddeler metalik parlaklıklarını yitirirler, ağırlıkları artar ve toprak benzeri görünüm kazanırlar. Bu duruma geldiklerinde, artık, asitlerde olduğu gibi, hepsinde ortak olan bir ana madde ile her birine özgü olan bir başka maddeden oluşan bir bileşiktirler. Bu nedenle, onları ortak ana maddelerden alınan bir tür adı altında toplamanın yerinde olacağını düşündük; bu amaç için de oksit terimini seçtik. Onları birbirlerinden, her birinin ait olduğu metalin özel adı ile ayırt ediyoruz.

Asitlerde ve metal oksitlerde özel ve belirli bir ana madde olan yanıcı maddelerin kendileri de çok sayıda maddenin ortak ana maddesidir. Sülfürlü bileşikler, uzun süre, bu türün bilinen yegâne örnekleri olmuşlardır. Ancak şimdi, Vandermonde, Monge ve Berthollet'in deneylerinden öğrendiğimize göre, odun kömürü demirle, belki bazı başka madenlerle de, birleşebilir; bu birleşmeden de oranlara bağlı olarak çelik, kalem kurşunu, vb. elde edilebilir. Aynı şekilde, M. Pelletier'nin deneylerinden, fosforun çok sayıda madde ile birleşebileceğini öğreniyoruz. Bu değişik bileşimleri, ortak maddeden alınan tür adları altında, birer sonek ekleyerek sınıflandırdık; sonra da onları ait oldukları maddeden alınan başka başka adlarla belirledik.

Üç basit maddenin birleşmesiyle oluşan cisimlere ait terminolojide daha da büyük güçlükler çıktı; sadece sayıları nedeniyle değil, özellikle, onları oluşturan ana maddeleri, daha karmaşık bileşik adlar kullanmadan ifade edemediğimiz için. Örneğin nötr tuzlar gibi, bu sınıfı oluşturan cisimler için, ilk olarak hepsinde ortak olan asitleştiren ana maddeyi, ikinci olarak her asidi meydana getiren asitleştirilebilen maddeyi, üçüncü olarak da tuzun özel cinsini belirleyen salini, topraksı veya metalik bazı dikkate almamız gerekti. Biz de, tuz

sınıfların adlarını, o sınıfa giren bütün bireylerin ortak asitleştirici ana maddesinin adına bakarak ürettik; sonra her örneği ona özgü olan salin, topraksı veya metalik baza bakarak ayırt ettik.

Bir tuz, aynı üç ana maddeden oluşsa da, sadece onların oranlarının farklı olmasıyla, üç farklı durumda olabilir. Kabul ettiğimiz terminoloji bu üç ayrı durumu ifade etmeseydi eksik sayılırdı; onu da, çoğu zaman çeşitli tuzların aynı durumlarına aynı şekilde uygulanan sonekleri değiştirerek sağladık.

Kısacası, o ölçüde bir ilerleme sağladık ki, sadece adına bakarak bir bileşiğe giren yanıcı maddenin ne olduğu, bu yanıcı maddenin asitleştiren ana maddeyle bileşip bileşmediği, bileşmişse hangi oranda girdiği; asidin durumunun ne olduğu, hangi bazla bileştiği, doygunluğunun tam olup olmadığı veya asidin mi yoksa bazın mı fazla olduğu hemen bulunabilir.

Bu çeşitli amaçların hepsine birden, yer etmiş adetlerden zaman zaman ayrılmadan ve ilk bakışta tuhaf ve alışılmadık görünen terimler kullanmadan ulaşılamayacağı kolayca anlaşılır. Ancak biz, kısa sürede kulağın yeni sözcüklere, hele bunlar genel ve akılcı bir sisteme bağlı iseler, alışılacağını düşündük. Kaldı ki, daha önce kullanılan algaroth tozu, alembroth tozu, pompholix, phadenic suyu, turbith minerali, colcothar ve daha birçoğu gibi sözcükler ne daha az tuhaf ne de daha alışıldık. Onların hangi maddeler için kullanıldıklarını hatırlamak, sık sık pratik yapmayı ve küçümsenmeyecek bir bellek gücünü gerektiriyordu; ait oldukları türün bileşimini hatırlamaksa daha da fazlasını. Tartar per deliquim, zaçyağı, antimuan tereyağı, arsenik tereyağı, çinko çiçekleri vb. adlar daha da uygunsuzdu; akla yanlış fikirler getiriyorlardı. Çünkü mineraller dünyasında, özellikle de metaller sınıfında, tereyağı, yağlar veya çiçekler gibi şeyler yoktur; dahası, bu yanıltıcı adların verildiği maddeler yüksek ölçüde zehirli olan maddelerden başka şeyler değildir.

Kimya terminolojisi hakkındaki makalemizi yayımladığımızda, ustalarımızın konuştuğu, onların otoriteleri nedeniyle değerli olan ve bizlere kadar gelen bir dili değiştirdiğimiz için kınanmıştık. O kınamayı yapanlar bizim bu reformu gerçekleştirmemiz için ısrar edenlerin bizzat Bergman ve Macquer'un kendileri olduğunu unutuyorlar. Upsal'lı değerli profesör M. Bergman, ölümünden kısa bir süre önce M. de Moveau'ya yazdığı bir mektupta, ona cins adlardan kaçınmamasını söyler; bilgili olanlar her zaman bilgilidirler; cahiller ise böylece daha çabuk öğrenirler.

De Humani Corporis Fabrica

Andreas Vesalius



Tıpta Rönesans
Andreas Vesalius ve *De Humani Corporis Fabrica**

Doç. Dr. Yeşim Işıl Ülman**

Pek çok bilim tarihi ve tıp tarihi uzmanı, modern tıbbın Andreas Vesalius'un kitabı *De Humani Corporis Fabrica*'nın 16. yüzyılda yayımlanması ile başladığı görüşünde birleşirler. Bu eseri ile Vesalius, titiz, kılı kırk yaran anatomik gözlemleri ile insan bedeninin birebir doğru anatomik tasvirlerini bilime kazandırmıştır.

Vesalius, yazdıklarının, yüzyıllardır tıp otoritesi kabul edilmiş Galen'in (MS 129-200) insan bedeni hakkında söylediği ve kutsallaştırılarak tartışmasız kabul edilen görüşleriyle çeliştiğini çok iyi biliyordu. Yine de kitabındaki bilgilerin bu denli büyük bir öfke seline yol açacağını ve inkârla karşılaşacağını önceden kestirememişti. Bir anlık hiddet sonucu bütün notlarını yakarak, çalışıp eserini yazdığı Padova'yı terk etti ve bir daha orijinal anatomik araştırmalarına dönmedi.(1) Peki, Vesalius'u bu duruma getiren, bu derece küstüren sosyal şartlar nelerdi?

Rönesans - tıpta Rönesans

Uygarlık tarihinde Rönesans olarak adlandırılan dönem (14.-16. yüzyıllar) yeni bir çağın açılmasına işaret eder. Aslında onu önceleyen ortaçağ döneminde başlamış olan değişim, giderek hızlanarak, adeta bir patlamaya ulaşmıştır.

---

* Bu makale şu kaynaktan alınmıştır: Yeşim Işıl Ülman, "*Andreas Vesalius ve De Humani Corporis Fabrica Tıpta Rönesans*", *Bilim ve Gelecek*, Ocak 2007, Sayı: 35, s.8-10.

** Yeşim Işıl Ülman halen Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı Öğretim Üyesidir.

1) J. F. Fulton, *Vesalius Four Centuries Later*, Lawrence, University of Kansas Press, 1950, s.1-52, zikreden: J. F. Murray,"A thousand years of pulmonary Medicine: good news and bad", (Millenial Lecture), *European Respiratory Journal*, No. 17, 2001, s.559.

Bu dinamikler arasında barutun geniş çapta kullanımının savaş sanatını dönüştürmesi, matbaanın bulunması, Portekizliler tarafından Hindistan'a deniz ve dolayısıyla ticaret yollarının keşfedilmesi, Kristof Kolomb (1451-1506) tarafından Amerika'nın keşfi, para ekonomisinin ortaya çıkması, İstanbul'un 1453'de Türklerce fethi ile Yunan bilginlerin Avrupa'nın çeşitli bölgelerine göç ederek beraberlerinde antik bilgi mirasını taşımaları ilk başta sıralanabilir.[2]

Bütün bu gelişmeler toplumsal alanda da kendini göstermiştir. İktisadi olarak madencilik ve bankacılık faaliyetleri gelişmiş; siyasette geniş köylü isyanları Avrupa'yı sarsmış, İspanya gibi yeni imparatorluklar ortaya çıkmış ve 16. yüzyılda zirveye ulaşmış; İngiltere büyük bir dünya gücü olma yolunda yükselişe geçmiş; Avrupa'da ortaçağda kurulmuş okullardan sonra daha kuzeyde de (Koenigsberg, Leyden, Edinburgh, Dublin) üniversitelerinin açılması, kenarda kalmış kuzey ülkelerinin de kültürel önemini artırmıştır. Dinde reform ve karşı reform hareketleri başlamıştır. Sanat alanında ortaçağ köklerinden kopuş, klasik antik mirasın yepyeni sanatsal biçimlerle yeniden yaratılması gerçekleşmiştir. Bireycilik, bireyin öneminin artması, yeni tarz bir gerçekçilik, toplumun her alanında hissedilmeye başlamıştır. Eğitim ve bilim de bu gelişmelere uzak kalmamıştır. Aynı zamanda tıp eğitimi de almış olan Kopernik (1473-1543), Güneşmerkezli astronomi kuramıyla evren anlayışını ve algılayışını tümden değiştirmiştir. Rönesans sadece sanatsal olarak yeniden yaratış süreci değildi, modern tıp ve bilimler için de yepyeni bir çığırın açılışı anlamına geliyordu.

Ancak tüm bu devrimsel değişimlerin toplumun her katmanınca hemen ve aynı ölçüde özümsendiği söylenemez. Bu aydınlık dönem antitezini de içinde barındırıyor ve hâlâ eski ile yeninin çelişkisi devam ediyordu. Örneğin kentler çok pisti ve insanlar hijyenik olarak çok kötü koşullarda yaşıyorlar, geniş çaplı salgınlar ortalığı kasıp kavuruyordu. Toplumda batıl inançlar çok etkiliydi, insanlık tarihinin en utanç verici olaylarından olan cadı avı Rönesans döneminde önceki dönemlere oranla daha da yaygındı. Engizisyon etkiliydi.

Yeni gerçekçiliğin kendini gösterdiği belli başlı alan olan sanat, tıbbın anatomi dalını da bu anlamda büyük ölçüde etkilemişti. Anatomi kitaplarındaki binlerce yıllık eski çizim ve resimler, 15. yüzyılın sonunda, yerini yeni gerçekçi üslupla hazırlanmış yepyeni tasarımlara bırakmıştı. Ressamlarla tıp adamları arasındaki ilişki o denli yakındı ki Rönesans'ın önde gelen merkezlerinden Floransa'da doktorlar, eczacılar ve ressamlar aynı loncaya mensuptular. Bu karşılıklı etkileşimin en ünlü örneklerinden biri Leonardo da Vinci'dir (1452-1519). Aynı zamanda büyük bir ressam, bilimadamı, mühendis ve bir deha olan Leonardo, ardında çok sayıda anatomik resim, çizim bırakmıştı. Ancak Leonardo'nun notları ölümünden 200 yıl sonra basılabilmişti ve yaşadığı dönemde etkisi yakın çevresi ve dostları ile sınırlı kalmıştı.[3]

---

2) İstanbul'un fethinden sonra Avrupa'ya kaçan bilimadamlarının beraberlerinde getirdikleri Yunanca ve Arapça eserler, Batılı bilimadamlarına ellerinde defalarca tercüme edilerek özünü yitirmiş kitapları orjinalleri ile karşılaştırma imkânı verdi. Ayrıca bkz. Ackernecht, *A Short History of Medicine*, New York 1968, s.95.

3) Age., s.96.

Vesalius'un çağdaşı İspanyol ilahiyatçı, hekim ve hümanist Michael Servetus (Miguel Serveto 1511-1553), "kanın kalbin bir karıncığından diğerine akciğerler aracılığıyla geçtiğini" kitabında yazınca Engizisyon'un hışmına uğramıştı. Kilise, Galen'in "kanın sağ karıncıktan sol karıncığa iki bölgeyi ayıran zarın gözeneklerinden terleyerek damlalar halinde geçtiği" dogmasına inanıyordu. Calvin, Üniteryen(4) Servetus'u, başka dini gerekçelerle birlikte, sapkınlıkla suçladı ve kitabı ile beraber kazıkta yakılarak idam edilmesini sağladı.(5) Aslında Servetus'un, 13. yüzyılda Şam'da yaşamış İbn Nefis'in küçük kan dolaşımını tarif eden bilgilerinden yararlanmış olduğunu bugün biliyoruz.

Andreas Vesalius (1514-1564)

Vesalius (André Vésale) böyle bir Avrupa'da, Alman bağlantılı Flaman bir hekim ailesinin çocuğu olarak Brüksel'de dünyaya geldi. Katolik Louvain Üniversitesi'nde tıp okuduktan sonra, eğitimini geliştirmek için Paris ve Montpellier Tıp Okullarına devam etti.(6) Burada Galen'in sadık takipçilerinden Sylvius'un öğrencisi oldu. Küçük yaşlardan beri diseksiyona meraklı ve içi içine sığmayan Vesalius, burada kısa zamanda disseke insan bedeni hakkında ilk elden bilgiler konusunda ün yaptı.(7) Vesalius her şeyden önce o zaman uygulanmakta olan tıp ve anatomi yöntemini eleştiriyordu. O günlerde hocalar uzun görkemli cübbeleriyle oturdukları yüksek kürsüden, aşağıda kadavra başında bedeni açan kısa üniformalı berber cerraha emirler verirler, cerraha Galen'in kitabında yazdıklarını işaret ettirirlerdi. Öğrenciler mümkün olduğunca mesafeli durarak, kan, iç organlar ve dokulara temas etmemeye çalışırlardı. Bu şekilde öğrenciler kokulu ve enfekte malzemeden korunabiliyorlardı, ama anatomi öğrenemiyorlardı. Vesalius'a göre bu kadarını bir kasap bile yapabilirdi. Böyle bir seansta bir gün kendini tutamayarak, diseksiyon masası başına geçip, berber cerrahın elinden bıçağı kaparak, kusursuz kesilerle dersi tamamlamıştı. Ellerinin ustalığı ve yeteneği karşısında muhafazakâr hocaları bile hayran kalmışlardı.

Çok geçmeden Paris'i arkada bırakarak, Rönesans'ın tüm enerjisiyle yaşandığı İtalya'da, anatomi eğitiminin en gelişmiş olduğu Padua Tıp Fakültesi'nde hoca oldu. O zamanlar Vatikan'daki papalık ile uzun geçmişe dayanan bir husumeti bulunan özgürlükçü Venedik Cumhuriyeti'ne bağlı olan bu kent ona arzuladığı serbest çalışma ortamını sağladı.(8) Vesalius burada beş yıllık hocalık süresi boyunca bir yandan öğrencilerine insan vücudunun kas, kemik, damar yapısını anatomi masası başında bizzat öğretirken, bulgularını ve deneysel gözlemlerini bir kitap halinde bir araya getirdi. Anlatılanların resimlenmesinin önemini çok iyi biliyordu. Ama Rönesans ressamlarına, genç bir kızın zarif elleri, ince bilekleri, hülyalı bakışları, doğal olarak, kadavra parçalarından daha

---

4) **Unitarist:** Hıristiyanlığın temel inançlarından baba (Allah), oğul (İsa) ve kutsal ruh üçlemesine inanmayan unitarism mezhebi mensubu (Yazarın notu).

5) Murray, agm., s.559. Bruno ve Galilei'nin başına gelenler de aynı dönemde dini bağnazlık örnekleridir.

6) Ali Haydar Bayat, *Tıp Tarihi*, İzmir, 2003, s.137.

7) Fielding Garrison, *History of Medicine*, W. Sauders Co. Philadelphia, 1919, s.218.

8) Victor Robinson, *The Story of Medicine*, New York, 1943, s.253-254.

cazip geliyordu. Vesalius iyi paralar ödeyerek onları ikna etti. Usta İtalyan ressam Tiziano'nun atölyesinde, onun Flaman öğrencisi Jan Calcar (1499-1545) tarafından[9] incelikle ve ayrıntılı biçimde çizilmiş diseksiyon resimleri ışığında, tıp biliminin ve sanatın şaheseri olarak *Fabrica* ortaya çıktı.

Humani Corporis Fabrica

De Humani Corporis Fabrica libri septum (İnsan vücudunun yapısı üzerine yedi kitap) 1543'te Basel'de Latince olarak basıldı. Eser, kapak sayfasında, meraklı bir kalabalığın disseke edilmiş bir kadın bedenini iyice görmek için birbirlerini iterek merakla kadavraya eğildikleri sahneyle açılır.[10] Vesalius'un bu seçimi tesadüfi değildir. İnsan bedeninin açılması ve anatomi masası gerek halkın gözünde ve gerekse mesleki anlamda da tıbbın tam kalbini simgeler. İnsan bedenini ilk açan Vesalius değildi. 16 yüzyıl Rönesans İtalya'sında anatomik diseksiyon, tıp hocaları ve öğrencilerinin yanı sıra, biletini alan halkın da katıldığı popüler gösteriler halinde yapılırdı. Ama *Fabrica*, kararlı ve ne yaptığını çok iyi bilen yazarı sayesinde anatomiye saygın bilimsel kimlik kazandırmıştır. Artık maymun, köpek, domuz teşrihi yaparak, bunu insan bedenine aitmiş gibi gösteren eski dogmatik-Galenik gelenek toptan yıkılmıştı. Örneğin karaciğerin beş loblu, sternumun (göğüskemiği) yedi parçalı, mandibülanın (çene kemiği) iki bölümlü, uterusun boynuzlu olmadığı; iki ayrı safra kanalı bulunmadığı[11] anlaşılmıştı. Kitap tutucu çevrelerin büyük tepkisini topladı. Alayla, güvensizlikle ve aşağılamalarla karşılandı. Vesalius'un hocası Sylvius, kitabın yazarına **Vesanus** ("deli adam") ismini takarak yazdıklarını çürütmeye çalıştı. Ona göre *Fabrica*'da yazılanların Galen'in öğretileriyle uyuşmamasının nedeni insan vücudunun, aradan geçen zamanda değişmesiydi. Küskünlük içindeki Vesalius tüm yazdıklarını geride bırakıp, İspanya Kralı V. Charles'ın davetini kabul ederek, Madrid'de saray hekimi oldu. Ondan sonraki yirmi yılı pratiyen hekimlik ile geçirirken, bir başka hekim ve anatomist Fallopius'un mektubu onda eski diseksiyon şevkini canlandırdı. O sırada şüpheli biçimde ölen bir soylunun otopsisini yapmaya karar verdi. Göğüs bölgesini açtığında beraberindeki izleyicilerle birlikte atan bir kalple karşılaşması sonunun başlangıcı oldu. Engizisyon'u teskin edebilmek için Kudüs'e haç gezisine çıkmakla cezalandırıldı, dönüş yolunda ise İtalya'da Zante Adası'nda tifüsten öldü.[12]

Sonuç

Dünyayı ve insanı yeniden keşfetme olarak tanımlanabilecek Rönesans, tıp biliminde de birebir etkisini göstermiştir. Bilim dünyasının Galen'den sonra ve Harvey'den önce en etkili figürü olan büyük anatomist Vesalius'un, otorite kabul edileni sorgulama, gerçeği arama itkisiyle ortaya çıkardığı *Fabrica* bir tıp ve sanat şaheseri olarak uygarlık tarihimizin temellerinden birini oluşturur.

---

9) Age., s.255.
10) John Bender, "From Theater to Laboratory", *JAMA*, Vol 287, No. 9, March 6, 2002, p. 1179.
11) Ackernecht, age., s.105.
12) Robinson, s.257-259.

Execitatio anatomica

de motu cordis et saguinis in anibalibus

William Harvey





EXERCITATIO
ANATOMICA DE
MOTV CORDIS ET SAN-
GVINIS IN ANIMALI-
BVS,
ILIELMI HARVEI ANGLI,
Medici Regii, & Professoris Anatomiæ in Col-
legio Medicorum Londinensi.

FRANCOFVRTI,
ptibus GVILIELMI FITZERI.
ANNO M. DC. XXVIII.

William Harvey ve kan dolaşımını açıklayan eseri: Kopernik'in astronomide yaptığını tıp alanında yaptı*

Dr. Rıfat Vedat Yıldırım**

William Harvey 1578 yılında Folkstone'da doğdu. Önce Canterbury Lisesi'nde eğitim aldı. 15 yaşındayken edebiyat ve tıp eğitimi almak için Cambridge Caius Koleji'ne devam etti.(1) Cambridge'den ayrıldıktan sonra tıp eğitimini tamamlamak üzere 1599'da dönemin ünlü tıp okullarından Padua'ya gitti. Padua'da Hieronymus Fabricius ile çalışmıştır. Mezuniyeti sonrasında İngiltere'ye döndü ve Londra'da pratisyen hekim olarak başarı kazandı. Hatta hastalarının arasında Francis Bacon'ın olduğu bilinmektedir.

1609 yılında Saint Bartolomew Hastanesi'nde çalışmaya başladı.(2) Burada kazandığı başarıları, 1615 yılında Kraliyet Tıp Okulu'nun anatomi ve cerrahi kürsüsüne öğretim üyesi olarak atanmasına neden oldu. 1616 yılında bu okulda birçok ders verdi. Harvey'in burada verdiği derslere ait notlar British Museum'da bulunmaktadır.(3) İngilizce ile Latince karışımı olan ve okunması

---

* Bu makale şu kaynaktan alınmıştır: Vedat Yıldırım, "William Harvey ve kan dolaşımını açıklayan eseri: Kopernik'in astronomide yaptığını tıp alanında yaptı", *Bilim ve Gelecek*, Ocak 2007, Sayı: 35, s.11-13.

** Dr. Rıfat Vedat Yıldırım halen Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı'nda Öğretim Görevlisidir.

1) Feridun N. Uzluk, *Genel Tıp Tarihi*, Ankara, 1958, s.143.

2) Colin A. Ronan, *Bilim Tarihi*, *Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi* Çev. E. İhsanoğlu, F. Günergun, TÜBİTAK, Ankara, 2003, s.440.

3) Feridun N. Uzluk. age., s.144.

güç bir elyazısıyla yazılmış bu notlar, Harvey'in daha o zamanlar kan dolaşımı ile ilgili düşüncelerinin olduğunu göstermektedir.[4]

1618'de Kral I. James'in özel hekimi oldu. 1628'de ünlü eseri *Execitatio anatomica de motu cordis et saguinis in anibalibus* (Hayvanlarda Kalbin ve Kanın Hareketleri Hakkında) isimli eserini yayımladı.[5] 1632'de Kral I. Charles'ın özel hekimi oldu. Kral tahtından feragat ettikten sonra emekli olarak Londra'da yaşamaya başladı. 1657'de burada öldü.

Harvey'den önce kan dolaşımı

Tıp mesleğinin gelişimine bakıldığında, anatomi bilgisinin daha çok akademisyenlerin elinde olduğu görülür. 16. yüzyılda anatomi alanında özellikle Padua Üniversitesi tıp profesörleri söz sahibiydi. Michael Servetus (1511-1553), Andreas Vesalius (1514-1564), Realdus Columbus (1516-1569) ve Hieronymus Fabricius (1537-1619) bunların önde gelenleri arasındadır.[6]

Vesalius, Padua'da *İnsan Bedeninin Yapısı Hakkında* isimli eserinin 1543 baskısında yalnızca kalbin septumunun çok kalın ve kaslı olduğunu belirtmiş, 1555 baskısında ise kanın bu duvardan geçemeyeceğini söylemiştir. Oysa yüzyıllardır inanılan Galen'in kalp anatomisine göre bu septumdaki deliklerden kan geçebiliyordu. Vesalius'un ortaya koyduğu bu gerçek Galen'in kan dolaşımı teorisini de çürütmekteydi.[7]

Vesalius, Galen'in bu görüşünü çürütmüş fakat kanın kalbin sağ karıncığından sol karıncığına nasıl geçtiğine ya da toplardamarlardan atardamarlara nasıl geçtiğine dair Galen'in görüşünden farklı bir görüş ortaya koymamıştır. Vesalius, Sorbonne Tıp Fakültesi'nde Michael Servetus ile çalıştı. Servetus aslında bir din adamıydı ve *Hıristiyanlığın Yeniden Düzenlenmesi* isimli dini reformlarla ilgili görüşlerini içeren eserinin bir bölümünde, kanın kalbin sağ tarafından sol tarafına akciğerler üzerinden geçtiğini ileri sürdü. Fakat kan dolaşımı tezini dini görüşlerle açıklamaya çalışmıştı. Servetus, kalbin sağ karıncığını akciğerlere bağlayan akciğer atardamarının geniş olduğunu fark etmiş, kanın akciğere, akciğerin beslenmesinden farklı bir amaçla iletildiğini söylemiştir. Kanın akciğere iletilmesinin amacı ise koyu kırmızı toplardamar kanının akciğerlerde kutsal havayla kirlerinden arındırılması ve parlak kırmızı atardamar kanına dönüştürülmesiydi. Böylece saflaşan ve temizlenen kan akciğer toplardamarı yoluyla tekrar kalbe geri dönüyordu. 1553'te Servetus dinsizlikle suçlandı ve eserinin pek çok kopyası yakıldı.[8]

Kan dolaşımıyla ilgili olarak Servetus'tan başka Columbus, Cesalpino (1524-1603) ve Giordano Bruno (1548-1600) gibi kan dolaşımı teorisyenleri çalıştılar. Hepsi Servetus'un düşüncesini benimsedi. Fakat dolaşım kuramı William Harvey ile 1628 yılında tam olarak kurulmuş oldu.

---

4) Age., s.144.
5) Colin A. Ronan, age., s.441.
6) Stephen F. Mason, *Bilimler Tarihi*, Çev. U. Daybelge, Kültür Bakanlığı, 2001, s.196.
7) Age., s.197.
8) Age., s.198.

Harvey ve kan dolaşımı kuramı

Harvey'in yaşadığı 16. yüzyılda astronomi ile ilgili çalışmalar da oldukça dikkat çekmektedir. Özellikle Kopernik'in Güneşmerkezli evren teorisi bilimadamları arasında çok revaçtaydı. Harvey, Kopernik'in çalışmalarını biliyordu. Onun makrokozmos ile ilgili düşüncelerini, Harvey mikrokozmosa yani insan vücuduna uyarlayarak, "Kalp hayatın başlangıcı, mikrokosmozun güneşidir. Güneş de evrenin kalbi kabul edilebilir; zira kalbin değeri ve çarpması sayesinde kan hareket eder, mükemmelleşir, beslemeye yetenek kazanır, bozulmaktan ve pıhtılaşmaktan korunur. O içimizdeki kutsallıktır. Görevini yerine getirerek, bütün vücudu besler, ona itina eder, onu canlandırır ve o gerçekten hayatın temeli ve bütün etkilerin kaynağıdır" sözleriyle ifade etmektedir.(9)

Bu şekilde Harvey, Galen'in beyin, kalp ve karaciğer üçlemesinin yerini yalnızca kalbe bırakmış oluyordu. Harvey'in yaşadığı çağda din reformunun da güncel olduğu göz önüne alınırsa bu ifadeler, Katolik Hıristiyanlıktaki üçlemenin yerine Servetus'un da destekçisi olduğu **üniteryen** anlayış ile örtüşmekteydi. Yani Harvey, Servetus'un dinde, Kopernik'in astronomide yaptığı reformu tıp alanında yapmıştı. Kan dolaşımının açıklanmasının temelinde yatan felsefi görüş nedeniyle, o zamanın din anlayışı göz önüne alındığında, kanın dolaştığı düşüncesi Kilise tarafından yasaklanabilirdi. Ama Harvey'in elindeki kanıtlar, felsefi görüş ve düşüncelerin üstüne çıkarak bilimadamlarına nesnel gözlem ve deney sonuçları sunuyordu.

Harvey yalnızca çevresindeki bilimadamlarının çalışmalarını incelememiş aynı zamanda doğayı da oldukça iyi gözlemlemişti. Çünkü eserinde kan dolaşımını açıklarken hep doğa olaylarından ve doğadaki döngülerden söz etmiş, bu tip döngülerin insan vücudu için de geçerli olabileceğini savunmuştur. Buna en iyi örneğin kanın vücut içindeki dolaşımı olduğunu belirtmiştir.

Harvey'in bu düşünceleri (hem mikrokozmosun hem de makrokozmosun bir Mutlak Hâkim tarafından yönetildiği) öncelikle bir kan dolaşımı kuramında kalbin üstünlüğü doktrini şeklindeydi. Harvey bunları düşünsel ve gözlemsel olarak ortaya atmıştı. Fakat bunlarla yetinmeyerek düşüncelerini ampirik olarak sınamaya çalışmış, bunların sonucunda hipotezini destekleyecek pek çok kanıt bulmuştur.

Harvey, Padua'da Fabricius'un öğrencisiydi. Fabricius toplardamarlar içinde kapakçıkların bulunduğunu gösteren ilk kişidir. Fabricius kapakçıkların görevlerinin fazla gerilmeye engel olduğunu düşünmüştü. Fakat bunların kanın toplardamarlarda tek yönlü hareketini sağladığını ilk anlayan Harvey olmuştur. Ayrıca kalp kapakçıklarının da kanın yalnızca atardamarlara geçmesine izin verdiğini böylece toplardamarlardan gelen kanın tek yönlü olarak kalp üzerinden atardamarlara geçtiğini ifade etmiştir. Galen'in teorisiyle örtüşen kanın toplardamarların ucunda sürekli yapıldığı ve atardamarların ucunda sürekli kaybolduğu görüşü Harvey'e göre pek olası gözükmüyordu. Bunun mümkün olmadığını atlar üzerinde yaptığı deney ve gözlemlerle gösterdi. Bir saat içinde

9) Age., s.201.

kalpten geçen kan miktarını hesapladı. İçinde 60 gram kan bulunan ve dakikada ortalama 72 kere atan bir kalpten saatte 60x72x60=259.200 g, yani 259,2 kg kan geçmektedir ki bu miktar bir insanın ağırlığından fazladır. Bu kadar kan, yok edilemediğine ve toplardamarlar tarafından üretilemeyeceğine göre vücut içinde dolaşmalıydı.[10]

Harvey, atlar üzerinde çalışmakla birlikte Kral'ın ormanlarındaki ceylanlar üzerinde çalışma izni de almış ve bunu en iyi şekilde değerlendirmiştir. Ormanda yaptığı gözlemler sonucu kurbağa ve balık gibi soğukkanlı hayvanlar üzerinde kalp hareketlerinin daha kolay gözlenebildiğini görmüş ve bu hayvanlar üzerinde çalışmalarını sürdürmüştür.[11]

Harvey, elde ettiği bu sonuçları hemen yayımlamamış, bu sonuçlardan tam olarak emin olduktan sonra (12 yıl sonra) görüşlerini yayımlamıştır.

Harvey'in bu keşfi gözleme dayalı akıl yürütmenin parlak bir örneğidir. Fakat elde ettiği sonuçları yayımladığı zaman daha mikroskop ile çalışmalar başlamadığından atardamarlarla toplardamarların nasıl birleştiği bilinmemekteydi. Bunu mikroskobun bulunmasından sonra kılcaldamarları fark eden Malpighi göstermiştir.[12]

Kendisine karşı çıkanların bulunmasına rağmen Harvey'in en büyük şansı görüşlerinin kabul edildiğini sağlığında görmesiydi.[13] Harvey'in bu buluşu büyük ilgi çekerek, en başta kendi ülkesi tarafından kabul edilmiştir.[14] Özellikle Galen'in anatomik ve fizyolojik görüşlerinin sıkı bir savunucusu olan Jean Riolan (1580-1657) ile mektuplaşmış ve ona uzun bir yanıt vermiştir.[15]

Harvey'in kitabının bölümleri

Harvey'in ünlü eserinin baş sayfasında, "Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus Guilielmi Harvey Angli, Medicii Regii, et Professoribus Anatomiae in Collegio Medicorum Londonensi, Francofurti, Sumptibus Gulilielmi Fitzeri, Anno M. DC. XXVIII" ifadesi bulunmaktadır.[16] Eser, 1628 yılında Latince olarak Frankfurt'ta yayımlanmıştır. Harvey eserini Kral I. Charles'a ithaf etmiştir. Hatta Kral'ı kuvvetin ve iradenin merkezi olarak kalbe benzeterek övmektedir.[17]

Eserin bütünü 69 sayfadır ve dört adet resim içermektedir.

Eserin bölümleri şu şekildedir[18]:

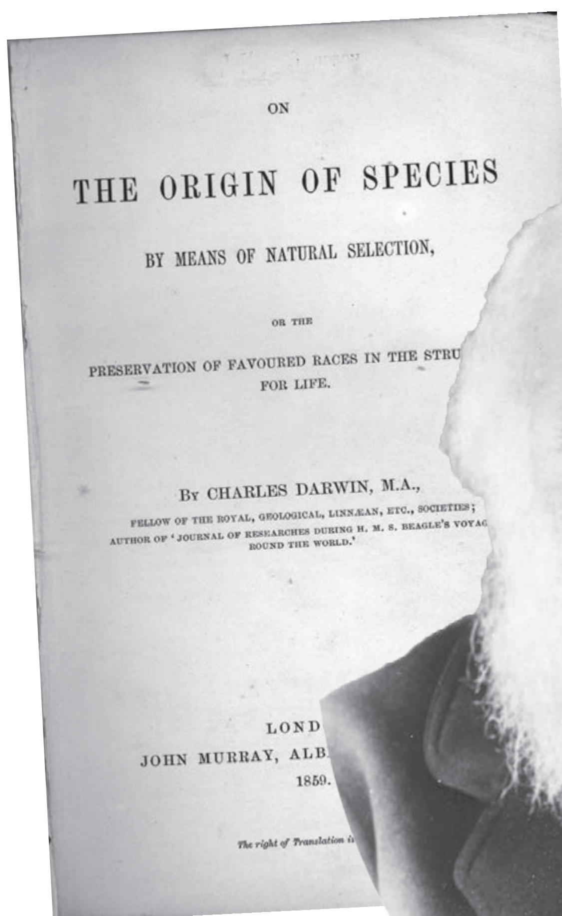
---

10) Colin A. Ronan: age., s.441.
11) Feridun N. Uzluk: age., s.145.
12) age., s.441.
13) Feridun N. Uzluk: age., s.148.
14) http://www.fordham.edu/halsall/mod/1628harvey-blood.html (Son Erişim Tarihi: 15.10.2012)
15) John E. Donley: "Harvey, Riolan, and The Discovery of The Circulation of The Blood", Yale J Biol Med. 1946 May; 18(5): 319–331. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2601991/pdf/yjbm00489-0001.pdf (Son Erişim Tarihi: 15.10.2012)
16) Feridun N. Uzluk: age., s.144.
17) Feridun N. Uzluk: age., s.146, http://www.fordham.edu/halsall/mod/1628harvey-blood.html
18) http://www.fordham.edu/halsall/mod/1628harvey-blood.html

Kral'a Mektup ve İthaf
Önsöz
Bölüm I: Yazarı Bunu Yazmaya İtenler
Bölüm II: Kalbin Hareketleri Üzerine
Bölüm III: Atardamarların Hareketleri Üzerine
Bölüm IV: Kalbin ve Odacıklarının Hareketi Üzerine
Bölüm V: Kalbin Hareketi, İşlevi ve Görevi Üzerine
Bölüm VI: Kanı Taşıyan Akış Üzerine
Bölüm VII: Akciğerlerin Özünden Geçen Kan
Bölüm VIII: Kalpten Geçen Kanın Miktarı Hakkında
Bölüm IX: Kanın Dolaştığının Doğrulanması
Bölüm X: Birinci Pozisyon (Atardamarlardan Toplardamarlara Geçen Kanın Miktarı Hakkında, Deneylerle Doğrulanarak İtirazlardan Kurtarılmıştır)
Bölüm XI: İkinci Pozisyon
Bölüm XII: Kanın Dolaşımının Gösterilmesi (İkinci Pozisyondan Gösterilmiştir)
Bölüm XIII: Üçüncü Pozisyon Doğrulanır
Bölüm XIV: Dolaşımın Gösterilmesinin Sonuçları
Bölüm XV: Kan Dolaşımının İleri Düzeyde Doğrulanması
Bölüm XVI: Kan Dolaşımının İleri Düzeyde Kanıtlanması
Bölüm XVII: Kanın Hareketinin ve Dolaşımının Doğrulanması

Origin of Species

Charles Darwin



ON

THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRU

FOR LIFE.

BY CHARLES DARWIN, M.A.,

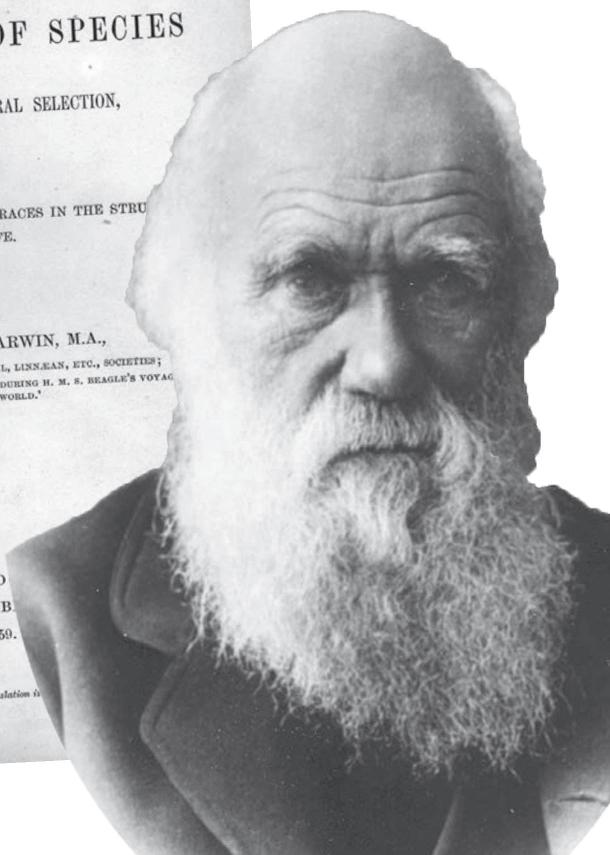
FELLOW OF THE ROYAL, GEOLOGICAL, LINNÆAN, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAG
ROUND THE WORLD.'

LOND

JOHN MURRAY, ALB

1859.

The right of Translation i



Darwin'e doğru...*

Prof. Dr. E. Rennan Pekünlü

Şu anda varolan canlı türlerinin değişikliğe uğrayarak ortaya çıktığına ilişkin öneri, hemen hemen tüm biliminsanları tarafından onanmıştır. Ancak, bu görüşe özellikle Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yaratılışçılar tarafından şiddetli bir karşı çıkış var. Ben bu çıkışı bilimsel bir anlaşmazlık olarak görmüyorum: Hemen hemen tüm yaratılışçılar, savlarını bir otorite temelinde geliştiriyorlar ki bu biliminsanlarının onamadığı bir davranıştır; ayrıca yaratılışçılar evrimden çok bilime saldırıyorlar. Yaratılışçıları bilimsel açıdan ciddiye almamız gerekmiyor, ancak sosyolojik açıdan ve doktrinlerinin vereceği zarar açısından bakarsak, yaratılışçıları ciddiye almamız gerekiyor (A. F. Huxley, "How far will Darwin take us?", in *Evolution from Molecules to Men*, D. S. Bendall (ed.), CUP, Cambridge, 1985, p.6).

Zaman'a ilişkin "korsan haritası"

Aydınlanma döneminin en parlak son on yılında zaman kavramının prangaları yavaş yavaş kırılmaya başladı. "Zamanda yolculuğa" çıkan üç biliminsanı **James Hutton** (1726-1797), **William Smith** (1769-1839) ve **Baron Georges Cuvier** (1769-1832) zamanın gizlerini çözen biliminsanları olarak anılacaktı. Bu üç biliminsanı zamanda yolculuğa çıkmıştı ancak her birinin elindeki veri, tıpkı bir korsanın üç parçaya bölünmüş define haritası gibi, zaman gerçeğinin yalnızca bir parçasını yansıtıyordu. Ve bu bilimciler aynı dönemde yaşamış olmalarına karşın, ne yazık ki, Avrupa'nın herhangi bir tavernasında aynı masanın çevresine oturup, parçaları birleştirip, Mary Hopkins'in o ünlü taverna şarkısına benzer bir şarkıyı birlikte söyleyemediler: "*Once upon a time there was a tavern; where we used to raise a glass or two*" (Bir zamanlar bir iki kadeh parlattığımız bir taverna vardı).

---

* Bu makale şu kaynaktan alınmıştır: E. Rennan Pekünlü, "Darwin'e doğru", *Bilim ve Gelecek*, Mart 2009, Sayı: 61, s.14-19.

James Hutton

Newtoncu dünya görüşünün çok etkili olduğu dönemde, o entelektüel havayı soluyan James Hutton, Newton'un kozmik makinesinin düzenliliğini, kendi kendini ayarlama yeteneğini Yer'e uyguladı. Gökbilimcilerin şaşmaz yasalarla işleyen kozmik makinesini James Hutton da Yer'de yaratmıştı. Ancak onun bir şanssızlığı vardı; gökyüzünde gerçekleşmesine izin verilen şey Yer'de hâlâ "zındıklık" olarak algılanıyordu!

Hutton'dan önce Yer'in kara parçalarının yapısı üzerine kafa yoran hemen hemen herkes, bu yapıların "Nuh tufanınca" belirlendiğine inanıyordu. Denizlerden uzak kara parçalarında hatta dağların tepelerinde bulunan kabuklu deniz hayvanlarının fosilleri, buzul yataklarında buzul devinimleriyle yuvarlak biçimlere cilalanmış olan çakıl taşları vb. tufanın becerisi olarak yorumlanıyordu. Hutton ise, Yerkabuğunun dinamik kuvvetlerinin Yer kabuğunda gerilme, basınç ve kesme kuvvetleri yarattığına ve bu kuvvetlerin okyanus yataklarındaki kara parçalarını yeni kıtalar oluşmak üzere su üstüne çıkarırken, su üstündeki kara parçalarının da yağmur, don olayı, rüzgar ve akarsularla erozyona uğrayarak parçalanıp ufalandığına dikkat çekiyordu.

Theory of the Earth adlı kitabında Hutton, Newtoncu bir coşkuyla okuruna şöyle sesleniyordu: "Eğer aşınmış olanı yeniden onarıcı üretken kuvvetler olmasaydı, rüzgâr, don ve akarsuların yıkıcı etkileri kıtaları eninde sonunda dümdüz edecekti. Ancak biliyoruz ki, bu onarıcı ve üretici kuvvetler okyanusların ölçülemeyecek denli derinliklerinde yeni kıtaların ve dağların temelini atmaktadır." Hutton'ın bu betimlemelerinde Aydınlanma Çağının etkileri ve Newtoncu özdevimli makinenin Yer'e uygulanmasındaki coşkusu gözlenmektedir. Yer katmanları üzerine yaptığı uzun ve dikkatli çalışmalar ve çökelti kayalarla volkanik kayalar arasındaki farkın incelenmesinden türettiği bilgiler, onarıcı kuvvetin Yer'in iç ısısı olduğuna işaret ediyordu. Etkin yanardağlar Hutton'ın, "bu kuvvetin yeni kara parçalarının ve sıradağların oluşmasındaki üretici kuvvet olduğu" savını doğruluyordu. Onun bu görüşleri aynı zamanda, Aydınlanma Çağının, gözlenen olayları doğaüstü veya yıkıcı kaprisli güçlerle açıklanmasına karşı gösterdiği tepkinin boyutlarını da yansıtıyordu.

Böylece Batı insanının çevreninde, Romalı düşünürlerin ileri sürdüğü ama zamanla unutulan, "zamanın sınırsızlığı ve sonsuzluğu" düşüncesi yeniden doğuyordu. Kitabının son tümcesinde Hutton, "Yapmış olduğumuz araştırmalar zamanın ne başlangıcının ne de sonunun olduğuna ilişkin bir ipucu sunmaktadır" saptamasını yapıyordu.

Hutton'ın "zamanı" sınırsız ve sonsuz ancak çevrimsel bir zamandır; bu da onun değerli çalışmalarının eksik yanını oluşturur. Hutton'ın "özdevimli dünya makinesi"ne esin kaynağı olan Newton yasaları, gezegen yörüngelerinin ortalama bir değer çevresinde küçük dalgalanmalar sergileyeceğini ancak bu küçük dalgalanmaların Güneş Sistemi'nin kararlılığını bozmayacağını söyler. Bu gökbilim gerçekleri, Hutton'ın organik dönüşümlere ve geçmiş dönemlerin bitki ve hayvanlar dünyasına ilgisiz kalmasına neden olmuştur. Gökbilimden aldığı "kararlılık" kavramına çok fazla bağlı kalarak canlıların da çağlar boyunca bu kararlılığı göstereceğini, organik dönüşümlere uğramayacaklarını düşün-

müştür. O dönemde incelenmeye başlanan deniz canlı türlerinin fosillerindeki değişikliklerin belli belirsiz oluşu, onun canlı türlerinin "kararlılığı" konusundaki görüşünü pekiştirmiştir.

William Smith

Zamana ilişkin "korsan haritası"nın ikinci parçası William Smith'in elindeydi. James Hutton'ın okyanusların dibinden su üstüne çıkardığı kara parçaları katmanlaşmalar sergiliyordu. 1695 yılında James Woodward, 1749'lu yıllarda da Comte de Buffon katmanların yaşını bulmak için fosillerden yararlanılabileceğine dikkat çekmişlerdi. Ancak bu çalışmalar, içerdiği organik fosillerden çok kayaların doğası üzerine yoğunlaşmıştı. Smith yeni bir yaklaşımla kaya katmanlarının içerdikleri fosillerle tanı kazanabileceklerini savundu. Bunun yanı sıra, "Üst üste yer alan katmanlar içinde en altta olan en eskidir" gibisinden, son derece basit bir ilkeyi benimsedi.

Bir kadastro mühendisi olan William Smith yaşamı boyunca, İngiltere'deki kömür yataklarının bulunması, bataklıkların kurutulması, çıkarılan kömürün endüstri kentlerine en ekonomik yoldan taşınabilmesi için kanalların açılması gibi işlerde çalıştı. "Katman" Smith olarak anılan bu mühendis, olağanüstü bir gözlem gücüyle her bir katmanın değişik organik içeriğe sahip olduğunu gösterdi. Büyük bir olasılıkla yapmış olduğu bulgunun ayırdında değildi ancak **yaşamın tarihini** bulmuştu. Çökelti kayalarını fiziksel özellikleri temelinde sınıflayamamanın sıkıntısını çekerken, değişik katmanlardaki organik izlerin birbirinden farklı olduğunu saptadı. Ancak aynı zamanda saptadığı şey, yaşamın kendisini çağlar boyunca sürekli ve tanısı kolaylıkla yapılabilir bir biçimde değiştirdiği gerçeğiydi.

Yer'in oluşumunu açıklamaya çalışan katastrofik görüşleri yadsımış olmasına karşın, yaşadığı dönemin tutuculuğu, arkadaş çevresinden duyumsadığı baskılar ve kişisel eğilimi sonucunda, "Yer'in geçmişinde bilemediğimiz yanların olduğu" görüşünü savunmaya başladı: "Fosiller yardımıyla geçmişe, doğaüstü olayların gerçekleştiği dönemlere gidiyoruz". Aslında bu sözler, 19. yüzyılın başlarında giderek baskın duruma gelen bilimsel eğilimi yansıtıyordu. Bilimle, fosillerle ilgilenen ancak dinsel tutuculuğu da korumak isteyen bir eğilimdi bu.

Bugün katastrofik yerbilimci olarak tanımlanabilecek olan Smith yaşadığı dönemde bilimin dikkatini katmanlara ve bu katmanlardaki fosillere çekebilmişti. Smith evrimci düşünemedi belki ama zamanın sınırsızlığını ve sonsuzluğunu onadı. Onun "zamanı" da Hutton'ınkine benziyordu. Ancak Smith'in zamanı, sokaktaki adam için soyut bir zaman kavramı olmaktan çıkmıştı. Doğa, Yer katmanları içinde "fosil canlı organizmalar" sergisi açmış, geçmiş yaşamın özgün ve öngörülemez biçimlerini sergiliyordu.

Nesli tükenmiş olan yaşam üzerine yapılan çalışmalar artık Yer'in kayalarına ayrılamaz bir biçimde bağlanmıştı. Geçmişe inen merdiven oluşturulmuştu. Bundan böyle, Yer'in kayalarında sergilediği öyküye bakılmaksızın, bugün yaşamda olan herhangi bir canlının filogenetik incelenmesi olanaksızdı. 1831 yılında London Geological Society, "zamanda geriye doğru yolculuğu" olası kıldığını onayarak Smith'e Wollaston Madalyası'nı verdi.

Baron Georges Cuvier

Zamana ilişkin “korsan haritası”nın son parçası Cuvier’nin elindeydi. Hutton ve Smith fiziksel yerbilimciydi. Omurgalılar taşbiliminin kurucusu olan Cuvier ise karşılaştırmalı anatomistti. Kabuklu deniz hayvanlarının fosilleri bir bütün olarak bulunabiliyorken kara omurgalılarının fosilleri çoğunlukla un ufak olmuş, ancak bir ya da iki kemiği işe yarar durumda bulunuyordu. Doğa, ölü olanı korumakla ilgilenmiyordu; onun amacı, bileşenlerini, yaşam yolunda yeni yolculuklara hazırlamaktı. Bulunan küçük bir parçadan nesli tükenmiş olan canlının tanısını yapmak ve günümüzde yaşayan bir canlıyla filogenetik ilişkisini kurmak son derece önemliydi. Cuvier işte bu sanatı doruk noktasına ulaştırdı ve bu beceri bugün bizim kültürümüzün bir parçası oldu.

18. yüzyıla girilirken *Scala naturae* (varlıklar zinciri) adlı Platoncu doktrin canlıların belli bir “plana” göre oluştuğunu ileri sürüyordu. Bu plan, çok çeşitli türlere sahip olmasına karşın tüm canlıların ortak bir fiziksel kökene sahip olduğunu savunuyordu. Cuvier bu “planı” geçmişi araştıran bir yönteme dönüştürmeden önce bir dizi gelişme oldu. 1) Avrupa kıtasında dikkatler deniz kabuklarından omurgalıların kemiklerine kayıyordu. 2) Smith, fosillerin katman dizileriyle ilişkisini kurunca, insanlar, hemen hemen tekdüze bir biçim sergileyen omurgasız deniz kabuklarıyla eşzamanlı yaşayan kara canlılarının türünü merak etmeye başladı. 3) Sürekli artan coğrafi bilgilere koşut olarak, “büyük omurgalıların Yer’in uzak köşelerinde gizli kalmış olabileceği” inancı iyice zayıfladı. Canlıların neslinin tükenebileceği gerçeği onandı. 4) Paris havzasındaki kaya oluşumları üzerine yoğun çalışmalar sürdürülüyordu. Çok sayıda katman ve bu katmanlarda nesli tükenmiş değişik fosiller bulunuyordu.

Kemik yığınlarından nesli tükenmiş canlıların iskeletini oluşturmak görevi Cuvier’nindi. Bu usta anatomist, nesli tükenmiş olan bir uçan sürüngeni yeniden “canlandırdı” ve çağçıl insanın görüşüne sundu. *Pterodactyls* adı verilen bu sürüngen omurgalı kendini uçmaya uyarlamıştı. Yapısal olarak açık bir biçimde günümüz sürüngenleriyle ilişkiliydi.

Uzun bir uğraştan sonra Cuvier “korsan haritası”nın son parçasını Hutton ve Smith’in parçalarının yanına uygun bir biçimde yerleştirdi. Cuvier’nin diğer iki başarısı da Darwin’in evrimci kuramının önündeki engelleri temizleyecekti. **Birincisi**, Cuvier, **varlıklar zinciri** adlı hipotezi tamamıyla yadsımıştı. Grupların birbirinden ıraksayan anatomik örgütlenmeleri, onların bir tek dizinin öğeleri olamayacağına işaret ediyordu. Cuvier hayvanları dört büyük grupta topladı: *Vertebrata*, *Mollusca*, *Articulata*, *Radiata*. Dördüncü grup daha sonra yapılan çalışmalar sonunda büyük değişikliklere uğradı. Ancak burada esas vurgu, Cuvier’nin hayvanların taksonomik sınıflamasına getirdiği iyileştirmeler üzerine olmalıdır. Daha da önemlisi, kendisi ayırdına varamamış olmasına karşın, varlıklar zinciri hipotezi yandaşlarının savunduğunun tersine, yaşamda yalnızca bir tek “dizi” olmayıp, birden çok merdivenin bulunduğu gerçeğini ortaya çıkarmıştır.

Cuvier evrim düşüncesini onamadı çünkü evrimci yaklaşımın varlıklar zinciri hipotezinin biraz daha “süslü” biçimi olduğunu düşünüyordu. Bugün şunu rahatlıkla söyleyebiliriz ki, Cuvier, “ıraksak evrim” kavramına götüren yolu

açmıştır. Diğer bir deyişle, artık hiç kimse, varlıklar dizisinin bilmem kaçıncı basamağındaki solucana, dizinin son basamağındaki insana ulaşmaya çabalayan bir yaratık gözüyle bakamayacaktı.

İkincisi, 19. yüzyılda karşımıza evrim kuramı olarak çıkacak olan "dirimsel dizi" hipotezinin geliştirilmesine verilen dürtü Cuvier'nin bulgularından gelmişti. Yazılarının arasında yer alan şu saptama hem döneminin katastrofik-entelektüel havasını hem de bilimsel yöntemini çok güzel yansıtıyor: "Nesli tükenmiş ve yaşamakta olan canlılar arasındaki filogenetik ilişkiler, doğa felsefesinin genel ilkelerinden bağımsız olarak, tamamen gözlemlerden türetilecektir."

Kemik, katman, pastoral

Bir kemik Cuvier için asla "yalnızca bir kemik" olmadı. Çünkü girintileri ve çıkıntılarıyla, boyuyla ve kalınlığıyla o "yalnız" kemik, diğer kemik ve organlarla uyumlu bir birliktelik sonucunda ortaya çıkmış olan örgütlü bir varlığın öyküsünü anlatıyordu. Cuvier için bir tek diş, pençenin nasıl olması gerektiğine; bir tek tırnak, kürek kemiğinin ne denli yaygın olduğuna işaret ediyordu.

Dağları, ovaları, nehir ve ormanlarıyla bir kara parçası da Hutton için asla bir zamanlar oluşmuş ve unutulmuş "yalnızca kırsal bir kesim" olmadı. O kırsal kesim, yazımı süren yaşamöyküsünün yalnızca bir sayfasıydı; üstelik yazılan da özyaşamöyküsüydü. Sahneyi, buzlanmalar, çağlar boyunca esen tatlı meltemler, yeraltı tanrısı plütonyum ve kızlarının saldığı ısı, dere kenarında büyüyen ve bir parça toprağı sürüklenip gitmekten koruyan ot parçaları yazıyordu. Kırsal kesim doğaldı; katastrofik olaylarla veya gazaba gelmiş bir "doğaüstü kaprisli güç" tarafından değil, bir yandan aşındıran diğer yandan da yenilerini üreten kuvvetlerin karşılıklı etkileşimiyle oluşuyordu.

Benzer biçimde bir katman da Smith için asla "yalnızca bir taş yığını" olmadı. O katmanlar geçmişin karanlıklarına inen merdivenin basamaklarıydı. Tıpkı ambere yakalanmış böcekler gibi merdivenin her basamağı da günümüzde karşılaşmadığımız değişik canlıları yakalamış ve korumuştu.

İnsanın bilgi dağarcığına eklenen bu bilgilerden sonra onu **organik değişimin** gerçekliğine inandıracak başka ne kalmıştı? Milyonlarca yıl boyunca düzgün bir biçimde akan yaşamın kimi bileşenleri evrim geçirip değişirken kimiyse yok olup gidiyordu. Ancak insanlık, gezegenin geçmişini anlatan bu görüntüyü bir film gibi izleyeceğine, değişik dönemlerinde çekilmiş donuk fotoğraflar olarak algılıyordu.

Sıradan vatandaşın bilgisi genişleyip derinleşiyor olmasına karşın hem kendisi hem de kendisine bu değerli bilgileri sunan biliminsanları çocukluklarından beri kendilerine işlenmiş olan dogmalara bağlı kalmayı yeğliyorlardı. Kayalarda yatan nesli tükenmiş canlılarla bugün yaşamda olan canlıların fiziksel ilişki içinde olduklarına kesinlikle inanılmıyordu. Cuvier, özellikle kara yaşamının giderek daha karmaşıklaşan yapısını sergilediğinde, bu gerçek daha geleneksel düşünenlerin usunda hemen, "insana doğru ilerleyen bir dizi" olarak algılanıyordu. Dizi, evrenin mimarının tasarımıydı; önceden biliniyordu ve tasarlandığı gibi ilerliyordu Dizi öğretisi, varlıklar zinciri öğretisinin bazı özelliklerini sergiliyor-

du. Dizi öğretisi, insan merkezli bir öğretiydi. Bu öğretinin yandaşları yaşam sürecinin amacının insan olduğuna inanıyor, her şeyin onu işaret ettiğini savunuyorlardı. Bu arada dizi öğretisi, varlıklar zincirini zamansallaştırmanın olası olduğuna, onu gerçek anlamda evrimci bir hipotez yapmaksızın geçmişe doğru uzatılabileceğine işaret ediyordu. Bu öğretide organik varlıkların sahneye sırayla çıktığı, her birinin katastrofik bir biçimde veya belki de doğaüstü güçlerin uyarttığı jeolojik felaketlerle ortadan kalktığı savunuluyordu.

Gezegenin geçmiş bitki ve hayvanlar dünyasının tasarlanmış olan birliği ve bütünlüğünde filogenetik bir ilişki olmadığı, ancak bu tarih sahnesine çıkışta maddi temelden daha üst düzeyde, ruhsal düzeyde bir ilişkiden söz ediliyordu. Şunu rahatlıkla söyleyebiliriz ki, diziciler ruhsal evrimi, varlıkların gerçek fiziksel değişikliklerinden önce onamıştı!

19. yüzyılın Darwin öncesi yarısında geleneksel Hıristiyanlık öğretisiyle romantik Alman felsefesinin karışımını görüyoruz. O dönemin yeni biliminin kavram ve bulguları, "Yaratıcının tasarımı" öğretisine yamanıyordu. Bu düşüncenin büyük bir bölümü 18. yüzyılın son dönemlerindeki Alman romantik yazarlarından türemiştir. Gode von Aesch'ın işaret ettiği gibi, Almanların tüm felsefe okulları dünyayı, "Tanrının veya doğa kitabının dili olan dev bir hiyeroglif dizgesi" olarak görüyorlardı. Aynı Alman filozofları insanı organik dünyanın "mikrokozmosu" olarak tanımlıyor, insanın embriyonik gelişmesinin, "hayvanların insanın fetüs aşaması olduğu" gerçeğini yansıttığını savunuyorlardı.

Bu kavram, Darwin sonrası dönemde bazı ırkçı düşüncelerin kökenini oluşturacaktı. En üst insan türü olarak *Caucasian*'ın embriyonik veya emziklik bebek aşamasının diğer "alt düzey ırkları" andırdığı savunuldu. Yaşamı boyunca varlıklar dizisi öğretisinin savunucusu olan ve Darwin ile sonuna dek savaşan Louis Agassiz insan merkezli dizi hipotezini sonuna dek savunmuş, "dizinin son terimi" olan insanın tarih sahnesine çıkışıyla Yer'in tarihinin tamamlandığını ileri sürmüştür: "Anatomik kanıtlardan yola çıkarsak, insan varlıklar dizisinin son öğesidir. Plana göre onun ötesinde maddi bir gelişme söz konusu olamaz."

Sir Charles Lyell ve uniformitarian ilkenin canlanışı

Cuvier ününün doruk noktasındayken Fransa ve İngiltere'nin önde gelen yerbilimcileri katastrofik hipotezi savunuyorlardı. Tam bu sırada genç bir yerbilimci, **Charles Lyell** (1797-1875) *Principles of Geology* adlı bir kitap yayımladı. Kitap, o dönemin baskın yerbilim öğretisini ortadan kaldırmayı ve yerbilime bir kez daha sınırsız zaman ve doğa kuvvetleri kavramlarını sunmayı amaçlıyordu. Lyell'ın bilim dünyasındaki çok önemli yerini belirleyen etmenler, yerbilim dünyasında yarattığı düşünce değişikliği ve Charles Darwin'in yaşamını derinden etkilemiş olmasıdır.

Sıradan vatandaş zaman ve çok uzun zaman dilimleri boyunca etkiyen doğal kuvvetler kavramlarını gözden geçirmiş olmasaydı Darwin'in evrim hipotezi kolay kolay onanamazdı. Dahası, Lyell'ın kitabının etkisi altında kalmasaydı Darwin'in kuramını oluşturması ve ileri sürmesi büyük bir olasılıkla gerçekleşemeyebilirdi. Ancak çok tuhaftır ki, Lyell'ın yerbilim alanında kazandığı utku, daha sonra Darwin'in dirimbilim alanında kazanacağı utku denli büyük

olmasına karşın, Lyell yaşamının son yıllarına dek evrimci düşünceyi onamadı. Oysa bugün baktığımızda evrim, Lyell'ın sunduğu düşünce dizgesinin doğal sonucu olarak görülüyor. Varlıklar dizisini savunanların ardı ardına gelen organik dünyasının, "yelkovanın o görünmeyen ancak şaşmaz hızıyla ilerleyen bir dünya olduğu" gerçeğini ortaya atma görevi Darwin'in olacaktı. Daha önceleri ünlü gökbilimci Halley, 1717 yılında, Güneş Sistemi'nin uzayın belli bir köşesinde kararlı bir biçimde demirlemiş olmaktan çok devasa bir yıldızlar dizgesi içinde belli bir yöne doğru sürüklendiğini bulmuştu.

Artık Darwin yalnızca insanın değil tüm yaşamın değişim içinde olduğunu, kiminin yaşama yükselirken kiminin neslinin tükenmekte olduğunu, evrim geçirdiğini, değiştiğini duyurmaya hazırdı. Ne Yer'deki canlı yaşam ve bir bütün olarak evren 18. yüzyıl dünya görüşünün savunduğu gibi kararlı dizgelerdi, ne de varlıklar dizisi, 19. yüzyıl düşünürlerinin sandığı gibi son terimi olan insanı tarih sahnesine çıkarma göreviyle yüklü bir tasarımdı.

Darwin, Lyell'ın *Principles of Geology* adlı kitabının ilk baskısını Beagle'da okudu. Yolculuk dönüşünde Lyell'ın hayranlarından biri oldu. Darwin çok iyi bir gözlemci ve kitap kurduydu; bu yadsınamaz. Ancak Lyell'ın erken dönem çalışmalarını okuyanlar onun Darwin'in evrimci kuramına çok yaklaştığını hemen göreceklerdir. Eğer Lyell, doğal seçim ilkesini kitabının güdücü ilkesi yapsaydı, Darwin'in *Türlerin Kökeni* adlı kitabı Lyell'ın *Principles of Geology* adlı kitabından rahatlıkla türetilebilirdi.

Darwin'in kuramının ilk özetinde Augustine de Candolle'den alınmış olan bir alıntı göze çarpmaktadır: "Doğanın savaşı". Darwin, *Türlerin Kökeni* adlı kitabında da Fransız botanikçisi Candolle'e gönderi yapıyor. Darwin'in "varolma savaşımı" (struggle for existence) kavramını Malthus'dan aldığı savunulur. Bunun doğru olduğu söylenemez. Darwin'in kendisi Fransızca'sının çok iyi olmadığını yakın çevrelerine söylemiştir. Diğer yandan Lyell'ın kitabına sıkça başvurduğu bilinmektedir. Kitabının 3. Cildinin 35. sayfasında Lyell, Candolle'e gönderiler yapmaktadır. *Türlerin Kökeni* adlı kitabının ilk baskısında da Darwin, "De Candolle ve Lyell tüm organik varlıkların acımasız bir yarış içinde olduklarını göstermişlerdir" diyerek "varolma savaşımı" kavramının kaynağına işaret etmiştir.

Sir Charles Lyell "varolma savaşımı" ilkesinin, türlerin neslini tüketen yıkıcı yanını tamamen kavramış olmasına karşın bu ilkenin yaratıcı yanını kavramakta aynı beceriyi gösterememiştir. Ancak onun "günümüzde tanık olduğumuz kuvvetlerin geçmişte de işlerlikte olduğu" yönündeki inancı sarsılmaz bir ilkeye dönüştü. Nesli tükenmiş olan Paleozoik deniz artropodlarından olan *trilobitlerin* gözleri üzerine yaptığı incelemelerden, "O dönemlerde de okyanuslar bugün olduğu gibi ışık ışınlarını geçirecek denli saydamdı. Atmosfer de saydamdı ki ışınlar denize dek ulaşıyordu. Bu demektir ki Güneş o zamanlar da çevresine ışık veren bir gökcismiydi" ve benzer çıkarsamalar yapmıştır. Sir Charles Lyell fosil yağmur damlalarını inceleyen ilk araştırmacıdır. "Bu damlaların boyutları bugünkü yağmur damlalarının boyutlarına benzemektedir" saptamasıyla, jeolojik zamanın tanıdığı en eski dönemlerdeki atmosferin yoğunluğunun bugünküne denk olduğu sonucunu çıkarıyordu.

İşte, katastrofik yerbilim doktrininin yavaş yavaş sönmesine neden olan kanıtlar böylesine dikkatli ve inatçı gözlemler sonunda gerçekleşiyordu. Sir Charles Lyell'ın bu başarıları sonunda bir tarih bilimcisi 1835 yılında şunları yazıyordu: "Doğanın bugün gözlediğimiz kuvvetlerinin sınırsız zaman içinde işlerlikte olduğunun gösterilmesi üzerine, Yer'in evrimini kuyrukluyıldız çarpması, Nuh tufanı, vb. gibi doğal felaketler veya doğaüstü el atmalarla açıklamaya gerek kalmayacak". Lyell, "varlıklar dizisi" adlı Hıristiyan doktrininin baskın olduğu dönemden arda sağlam kalan ve daha sonra Darwinci olan bir biliminsanıdır.

Non-progressionism

James Hutton Yer'i, kendi kendini ayarlayan, kendini yenileyen ve sınırsız zaman boyunca varlığını sürdüren bir özdevimli makine olarak görmüştü. Hutton kendinden önceki dönemlerde oluşturulmuş olan bir dizi evrenbilim söylencesine ve Yer'in oluşumuna ilişkin kuramlara ilgisiz kaldı. Hutton'a göre bu çabalar söylencesel ve kanıtlanamaz çabalardı. Hutton'ın oluşturduğu dizgenin tutarlı olabilmesi için Yer'in süregelen oluşumuna doğaüstü, gizemli veya açıklanamayan kuvvetlerin bulaşmaması gerekiyordu. Gezegenimizin yüzeyini aşındıran ama aynı zamanda yeni yüzeylerin oluşumunu sağlayan kuvvetler, bugün mimari yeteneklerine tanık olduğumuz rüzgâr, don, akarsular ve o dönem için gizemli olan Yer'in iç ısısıydı. Organik yaşam Hutton'ın ilgisini çekmemişti. Yalnızca sınırsız geçmişe doğru uzandığını onamıştı. Yine Hutton zamanında türlerin neslinin tükeneceğine veya türlerin giderek daha karmaşık yapılar kazanacağına ilişkin kanıtlar henüz toplanmamıştı.

Sir Charles Lyell, *Principles of Geology* adlı kitabını yazmaya başladığı sıralarda uniformitarian ilkeyi onamış bir biliminsanıydı, ancak koşullar Hutton'ın 1780 yılında karşılaştığı koşullardan farklıydı. Lyell'ın çalışmalarını yürüttüğü yıllarda canlıların neslinin tükendiğine ilişkin kanıtlar birikmişti. Daha da önemlisi, katastrofist yerbilimcilerin insan merkezli "varlıklar dizisi" felsefesi, Hutton'ın uniformitarian ilkesinin antitezini oluşturuyordu. Tarihsel açıdan baktığımızda "varlıklar dizisi" evrimci kurama giden yolda dev bir adım olarak görülebilir. Ancak Lyell'ın döneminde 1830'lu yıllarda bu doktrin tıpkı katastrofizm gibi bilimsel ilkelerde gerileyişi ve yerbilime doğaüstü el atmaların sunuluşu çabalarını simgeler. Uniformitarian yerbilimini savunan Lyell'ın aynı zamanda "varlıklar dizisi" öğretisini onaması beklenemezdi. Çünkü yukarıda da değindiğimiz gibi bu öğreti, katastrofizmin dirimbilimdeki dengiydi. Bu zor koşullar nedeniyle Lyell'ın konumu en baştan beri çelişkili değilse bile belirsizdi.

Yerbilimde katastrofist doktrine karşı belirgin bir utku kazanmış olmasına karşın Lyell mutluluğu doyasıya tadamıyordu. Organik değişikliklere ilişkin yadsınamaz bilgiler giderek artıyordu. Bunları görmezlikten gelmek olanaksızdı. Varlıklar dizisini savunan birisi için bunlara, "özel yaratılış" veya "Tanrının el atması" biçiminde bir açıklama getirmek son derece kolayken, tüm yaşamı canlıların neslinin tükenişine ve bir üst düzeyden olmak üzere yeniden yaratılışına karşı çıkmakla geçmiş olan birisi için sürekli sıkıntı kaynağı oluyordu. Katastrofizmin geçersiz olduğunu savunan Lyell'ın karşısına çözülmesi çok zor bir sorun çıkıyordu. Bu sorun Hutton'ın karşısına çıkmamıştı. Karşıtları on-

dan, yalnızca inorganik dünyadaki değişiklikleri değil aynı zamanda organik dünyadaki değişiklikleri de uniformitarian ilkeler temelinde çözmesini bekliyorlardı. Diğer bir deyişle Lyell ya canlılar dünyasına el atan gizemli veya doğaüstü güçleri açıklayacak ya da gezegenimizin de bir zamanlar bilinmeyen kuvvetlerce yoğrulduğunu onamak zorunda kalacaktı.

Bu aşılması çok zor bir engeldi. Darwinci ilkenin, türlerin dönüşüme uğradığı gerçeğinin henüz bilinmediği o aşamada Lyell'ın önünde bir tek yol vardı. O da düzeltilmiş uniformitarian ilkeydi: Uzay ve zamanın sınırsızlığını onarken, dikkatli ve çekimser bir biçimde, "canlıların büyük organik değişiklikler geçirdiği" savının kanıtlanamayacağını savundu. Onun zamanındaki bilgiler ışığında belli yaşam biçimlerinin neslinin tükendiği gerçeğini yadsımak olanaksızdı. Ünlü yerbilimci Hutton, uniformitarian yerbilimi öğretisine büyük bir tehlike oluşturan varlıklar dizisi öğretisini ortadan kaldırmak istiyordu. Bu arada taşbilimden yeni bulgular geliyordu: Birbirinden ayrı dönemlere ait olduğu sanılan canlı varlıkların fosillerinin aynı katmanda bulunması üzerine katastrofik yerbilim öğretileri gözden düşmeye başladı. Katastrofistlerin, "Yaşadığı çağı çok iyi biliyoruz" dedikleri canlıların savunulan çağlardan daha önce de yaşadıkları ortaya serilince, bu dizinin son elemanı olan insanın kökenine, dizinin gerçekten "son elemanı" olup olmadığına ilişkin kuşkular doruk noktasına çıktı. Bunun üzerine Lyell birbirini izleyen varlıklar dizisi öğretisinin doğru olmadığını duyurdu. Henüz Darwin tarafından ortaya atılmamış olmasına karşın artık kendisini yavaş yavaş duyumsatan "evrimci" ilerleme düşüncesini, doğaüstü cila çekilmiş varlıklar dizisi öğretisi sandığından yadsıdı. Tuhaftır ki, organik değişiklikleri doğal kuvvetler cinsinden açıklamaya çalışırken, organik değişiklik düşüncesinin kendisini yadsıma noktasına geldi. Yukarıda da değindiğimiz gibi Lyell'ın durumu en başından beri zor ve karışıktı. Organik değişikliklere doğal bir açıklama getirmek amacıyla bu değişikliklere neden olan kuvvetler üzerinde yoğun araştırmalar başlattı. Bu çalışmalar daha sonra Darwin ve çalışma arkadaşı Wallace'ın çok işine yarayacaktı.

Uniformitarian okulun tüm üyeleri doğaüstü veya bilinmeyen kuvvetlerin evrene el atmalarını yadsıdılar. Bu okul, zamanın sınırlı olduğunu, evrenin doğaüstü el atmalarla önceden belirlenmiş bir yöne doğru ilerlediğini yayan Hıristiyan öğretisine karşı yürütülmüş olan bir başkaldırıyı simgeler. Bu okul, evrene uygulanan Newtoncu yaklaşımı Yer'e uygular ve Yer'in de doğa kuvvetlerinin etkisi altında, aynı ilkelerle kendi kendini ayarlayan, yenileyen ve kendi bağrından yeni varlıklar üreten özdevimli bir makine olduğunu savunur. Kuvvetlerin sürekliliği ve zamanın sınırsızlığı kavramlarıyla evrimci düşünceye büyük katkılarda bulunmuştur. Malthuscu seçim ilkesini ustaca uygulayan Darwin, uniformitarianların gereksinimi olan gözlenebilir "doğal" kuvveti sağlayarak, doğaüstü el atmalara karşı duydukları korkuyu böylece ortadan kaldırmış oldu.

"Ben, benden sonrakilerin otobana çevireceği bir patika açtım"

İnsanlık, Tanrıyı bilimin ilgili dallarından ait olduğu teoloji alanına "sürdükleri" için uniformitarian yerbilimcilere ve evrimci dirimbilimcilere çok şey

borçludur. Bu biliminsanlarından öğrendiğimiz ilkeler, geçmişi görebilmek, onu yeniden gözler önüne serebilmek ve günümüzü nasıl yoğurduğunu anlayabilmek için bugün, Güneş'in altındaki her şeyin yeni olduğunu ve "zaman oku" yönünde geriye dönmemecesine ilerlediğini, zamanın çevrimsel değil, geri dönüşsüz ve yaratıcı olduğunu onamamızı gerektiriyor.

Darwin kendinden önceki entelektüel akımları durgun ancak derinden akan bir ırmakta buluşturma becerisini gösteren bir biliminsanıydı ve alçakgönüllüydü: "Ben, benden sonrakilerin otobana çevireceği bir patika açtım".

Darwin öncesi ve çağcılı olan biliminsanları 'varolma savaşımının' yapıcı ve üretken yanını görememişlerdir. "Çağcıl dirimbilimciler evrimi 'türlerin yetersiz besin depoları için verdikleri savaşım olmaktan çok, toplam besin depolarını arttıracak ve böylece paylarına düşen besinleri alacak biçimde gelişmeleri' olarak tanımlıyorlar" saptamasını yapmadan edemiyoruz. Ancak bu başka bir yazının konusu.

Beagle ile dünya turuna çıkmadan önce Darwin evrim hipotezini oluşturmuştu bile. Ancak bu hipotezi "alan çalışmasında" kişisel gözlemleriyle doğrulamak istiyordu. Darwin'i Darwin yapan davranış, hipotezinin sınanması konusunda gösterdiği istekti.

Leonardo, Kepler, Hutton, Smith, Cuvier, Lyell ve Darwin gibi biliminsanlarının ortak bir yanı vardı: Sınırsız bir zaman içinde evrim geçiren doğayı, bugün burada gözlediğimiz kuvvetlerin etkileşimi cinsinden açıklamak ve gerekirse bu bilgiler ışığında geçmişe inen basamağın merdivenlerini oluşturmak.

KAYNAKLAR

- Loren Eisley, *Darwin's Century*, Anchor Books, Doubleday and Company Inc., Garden City New York, 1961.

- Eric J. Lerner, *The Big Bang Never Happened*, Times Books, Random House, Inc, NY, 1991.

CHARLES DARWIN VE *TÜRLERİN KÖKENİ* KİTABI*

PROF. DR. HALUK ERTAN

İngiltere'nin popüler felsefe konularını işleyen tanınmış dergilerinden *The Philosophers' Magazine*'in 2001 yılında web sayfasında düzenlediği bir ankette katılımcılara "Batı felsefe geleneğinin en önemli beş kitabı" sorulduğunda ilk sırayı Platon'un *Devlet*'i almıştı. İkinci sıraya Kant'ın *Saf Aklın Eleştirisi* yerleşmişti. Bunları yakından izleyenler ise Aristoteles, Descartes ve Hume'un kitaplarıydı. Fakat bu arada dergi editörlerini şaşırtan bir sonuç da çıkmıştı. Üçüncü sırayı Charles Darwin'in *Türlerin Kökeni* almıştı. Felsefe okurları arasında bir bilim kitabının bu kadar önemsenmesinin nedenleri neydi? Bunların başında kuşkusuz *Köken*'in felsefenin en önemli sorularından bazılarına akılcı ve bilimsel yanıtlar vermesi geliyordu.

Kitapta düşünce tarihinde ilk kez, dünyamızdaki göz kamaştırıcı canlı çeşitliliğinin oluşumunda belirleyici olan kimi doğal etmen ve mekanizmalardan kapsamlı bir şekilde söz ediliyordu. Bu bağlamda doğal seçilim olgusu kitabın en özgün parçasını oluşturuyordu.

Darwin kitabının giriş bölümünün son paragrafında bu noktayla ilgili temel görüşünü şöyle açıklamıştı: "Pek çok şey karanlık kalmakta ve uzun zaman karanlık kalacaksa da, yapabildiğim en dikkatli incelemeden ve en nesnel yargılamadan sonra, çoğu doğa bilginin kabul ettikleri ve eskiden benimde kabul ettiğim görüşün, -yani, her türün birbirlerinden bağımsız yaratılmış olduğu görüşünün- yanlışlığı konusunda hiç şüphem yoktur. Türlerin sabit olmadığı konusunda artık kafamda herhangi bir soru işareti kalmadı, bu bağlamda aynı cinsten olanların tıpkı herhangi bir türün kesinleşmiş varyetelerinin o türün dölleri olması gibi, başka ve genellikle tükenmiş bir türün doğrudan dölleri olduğuna kesinlikle eminim. Ayrıca, Doğal Seçmenin, değişiklik geçirmenin tek yolu olmasa da başlıca yolu olduğu kanısındayım." (Darwin, 1859).

* Bu makale için şu kaynaktan yararlanılmıştır: Haluk Ertan, "Charles Darwin'in *Türlerin Kökeni* adlı eseri", *Bilim ve Gelecek*, Ocak 2007, Sayı: 35, s.44-45.

Yaradılış dogmasını en hassas yerinden vurdu

Türlerin Kökeni'nde ele alınan bir başka önemli konu, yaşam ağacı denilen ve canlılar arasındaki gerçek akrabalık ilişkilerini gösteren büyük bir aile ağacının oluşturulmasını sağlayacak ve aynı zamanda sınıflandırma bilim dalının da merkezinde yer alan "tür" kavramının irdelenmesiydi. Bu nokta önemliydi çünkü o günlerde gerek halk gerekse bilimadamları arasında geçerli olan görüş, türlerin yaradılıştan sonra hiç değişiklik geçirmeden günümüze kadar gelen, sabit yapılar oldukları yönündeydi. Canlıların değişmezliği konusu yaradılış dogmasının en hassas noktasını oluşturuyordu. Oysa Darwin kitabın her yerinde canlıların esnek ve değişkenliğe açık olduğunu gösteriyordu. Her yeni tür mevcut bir türden "değişerek" türüyordu. Ortam koşullarıyla canlı toplulukları arasında sürekli bir etkileşim vardı. Kendisi bunu anlatabilmek için gündelik yaşamdan insanlara tanıdık gelen örnekler vermeye çalıştı. Örneğin bitki ve hayvan ıslahı çalışmalarıyla yani yapay seçilim yoluyla yeni canlıların elde edilme süreçleriyle, doğal ortamdaki canlıların başından geçenler arasında büyük benzerlikler olduğunu söylüyordu. Islah çalışmaları ile yaratılan yeni canlıların birçoğu sistematikçiler tarafından yeni tür olarak tanımlanmıştı. Islahçının, hayvan ve bitkilerde sadece işine yarar özelliklere sahip bireyleri seçip (örneğin paçalı, beyaz güvercin) (yabani kaya güvercini gri renkli ve paçasızdır), çiftleştirerek daha önce var olmayan yeni canlı toplulukları yaratması işinin aynısını doğada, doğal seçilim mekanizması yapıyordu. Gerçek doğada değişen yaşam koşullarına uygun özellikleri taşıyan bireyler hayatta kalıp, ürüyor, bunları taşımayanlarsa ölüp, eleniyorlardı. Bir türün hayatta kalmasının temel koşulu çeşitliliğe sahip olmasıydı. Böylece toplulukta, hayatta kalmaya yardımcı olacak özelliğe sahip bireylerin bulunma sıklığı ve bunların birbirleriyle çiftleşme şansı artıyordu.

Bunlar yanında *Türlerin Kökeni*'nde; farklı canlılara ait farklı organların karşılaştırmalı olarak ele alınması, körelmiş ya da homolog yani aynı yapıya sahip olup farklı işlevleri yerine getiren organların karşılaştırmalı olarak incelenmesi, ortak atadan evrimleşme, coğrafi engellerin türleşmedeki etkileri, soyu tükenmiş canlılar, fosil kayıtlarındaki eksikliklerin yarattığı sorunlar, içgüdülerin anlamı, morfolojik özelliklerin karşılaştırılması vb., birçok konu tartışılmıştı. Fakat bunların, önceki doğa bilginlerinin yaptıklarından temel farkı, doğaüstü güçlere, dini, felsefi veya geleneksel bilgilere başvurulmadan yapılmış olmasıydı.

Gözlem ve deney tutkunu

Charles Darwin'in tüm eserlerinde görülen başlıca özellik, yoğun gözlem ve deneysel bilgilerle donanmış olmalarıdır. Darwin üzerinde çalıştığı konuyla yakından ya da uzaktan ilgili her kişi ile konuşup, bilgi derlemekten usanmayan bir bilimciydi. Dünyanın dört bir yanına gönderdiği binlerce mektup yoluyla başkalarının örneğin maymunlarla ilgili gözlem ve deneyimlerini toplamaktan üşenmemişti. Bitki tohumlarının uzun deniz yolculuklarından sonra çimlenme yetilerini koruyup korumadıklarını öğrenmek için birçok tohumu etiketleyip okyanusa bırakmış ve yıllar boyu bunları bulup kendisine geri gönderecek kişilerden haber beklemişti. Geri gelen tohumların çimlenme yetilerini koruduklarını gördükten sonra, Galapagos Takımadaları gibi coğrafi açıdan yalıtılmış

adalardaki bitki örtüsünün nasıl oluştuğu hakkında yaratılış dogmasından bağımsız, akılcı varsayımlar oluşturmuştu.

Pazarlar, hayvanat bahçeleri, bitki ıslahının yapıldığı tarlalar, süs bitki yetiştiricileri, güvercin meraklıları, jeolojik oluşumlar, hatta kendi evinin bahçesi onun için bir gözlem ve araştırma alanıydı. Darwin'in tüm yaşamı boyunca yürüyerek ya da atla kat ettiği yolu günümüzde birçok insanın özel arabasıyla gitme olanağı bulamadığı bir gerçektir. İşte tüm bu çabanın sonucu olarak derlenen sayısız bulgu onun eserlerinin temel harcını oluşturuyordu. Fakat Darwin'i başka doğa bilginlerinden ayıran en önemli özelliği herhalde, bildiklerinden çok bilmedikleriyle ilgili tutumuydu. Darwin *Türlerin Kökeni*'nde doğal seçilime dayalı evrim kuramını yapılandırırken açıklamakta güçlük çektiği noktaları ve umutsuzluğa kapıldığı durumları açık sözlülükle ve ayrıntılı bir şekilde dile getirmişti. Fakat bu durumlarda dahi hiçbir zaman doğaüstü güçlere başvurma yolunu seçmemişti.

Halkın anlayabileceği bir dille yazıldı

Charles Darwin hayattayken *Türlerin Kökeni*'nin altı kez yeni baskısı yapıldı. Her basımda kitapta dikkate değer değişiklikler yaptı. Darwin onunla ilgili eleştirileri dikkatle izleyerek bunlara yanıt niteliğindeki değişiklikleri kitabına kattı. Bugünün anlatımıyla *Türlerin Kökeni*, ilk ve son baskıları arasındaki 13 yıl boyunca "sürekli güncellenen" bir yapıt olmuştu. Bu güncellemeler bize Darwinci evrim kuramının geçirdiği evrimi de gösterir niteliktedir. Örneğin kitabın ilk beş baskısında Darwin, "evrim" kelimesini (bilindik biyolojik anlamında) hiç kullanmamıştı. Kurama adını veren bu kavram ancak son baskıda kitaba girmişti.

Darwin, aydınlanmaya inanan bir doğa bilgini olarak *Türlerin Kökeni*'ni nispeten halkın anlayabileceği bir dille yazmaya çalışmıştı. Onun dipnot içermeyen tek kitabı idi. Sadece bir adet bilimsel şekil içeriyordu. Gözlem ve yorumlarını bir amatörün ve maceraperestin üslubunda anlatmıştı. Kitabın okunmasıyla ilgili esas güçlük, yoğun bilgi içeriği ve yeni birçok varsayıma sahip olmasından geliyordu. Darwin'in temel amacı daha geniş kitlelere ulaşmak ve kuramını olabildiğince fazla miktarda kanıt ile desteklemekti. Örneğin *Türlerin Kökeni*'ne halkın sahip olmasını kolaylaştırmak için son baskısının, ilk baskının yarı fiyatına satılmasını sağlamıştı. Bu nedenlerden ötürü *Türlerin Kökeni* bilim tarihinde halk gündeminde en yaygın biçimde kalmış eserlerden biri olmuştu. Günümüzde 18. veya 19. yüzyıldan kalma ve hâlâ baskısı ve satışı yapılan bilim kitabının sayısı yok denecek kadar azdır.

Üç yıl sonra (2009'da) felsefenin ve biyolojinin yönünü değiştiren bu büyük eserin ilk baskısının 150. yılına ulaşılmış olacaktır. Kanımca çağdaş dünya bu yaş gününü gereği gibi değerlendirecektir.

KAYNAKLAR

- van Wyhe J., (Ed.) (2002-); The Complete Work of Charles Darwin Online (http://darwin-online.org.uk/)
- Goymer P., (2009); "Modern classic", *Nature Physics*. 5, s.169-170.
- Darwin C. R., (1859); *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*, Birinci Baskı, s.6. John Murray.
- Vorzimmer P. J., (1970); *Charles Darwin: The Years of Controversy*, Temple University Press.

Darwin 200, *Türlerin Kökeni* 150 yaşında*

Prof. Dr. Haluk Ertan

Charles Robert Darwin en büyük eseri *Türlerin Kökeni*'ni doğumundan 50 yıl sonra bastırdı. Kendi doğumunun üzerinden 200 yıl, kitabının ise 150 yıl geçti. Bu nedenle sonu 09 ve 59'la biten yıllar bu iki olayın kutlandığı büyük yıldönümlerini gösterir. Basit bir hesapla 2009, Darwin'in ölümünden sonraki üçüncü büyük kutlama yılıdır. Akıldan, bilimden, aydınlanmadan yana olan herkese kutlu olsun.

Aslında bazı bilim tarihçileri Charles Darwin'in sanal doğumunun 1809'dan daha önce yani baba tarafından dedesi Erasmus Darwin ile anne tarafından dedesi Josiah Wedgwood'un 1765'de, "Ay Topluluğu" isimli düşünce grubunda tanışmalarıyla gerçekleştiğini kabul ederler. Daha sonra bu ikili arasında gelişen yakın dostluğun sonucu olarak, yüzyıldan fazla yaşayacak olan büyük Darwin-Wedgewood ailesi kurulur. Charles Darwin'in anne ve babası dahil olmak üzere iki büyük ailenin çocukları arasında çeşitli evlilikler gerçekleşir. Bu birleşmenin meyvelerinden sekiz kişi, Kraliyet Topluluğu üyeliğine seçilir. Aralarından şairler, besteciler, politikacılar, işadamları, bilimciler ve sanatçılar çıkar. Ama tüm bu parlak kişilerin arasında 200. doğum günü kutlanan sadece Charles Darwin olacaktır.

Gerçekte konuya daha geniş bir açıdan bakıldığında bilim dünyasında bu ayrıcalığa sahip başka bir bilimcinin bulunmadığı görülür: 19. yüzyılda yazılmış kaç kitabın 21. yüzyılda hâlâ baskısı yapılmaktadır? Eserleri dünyanın belli başlı tüm dillerine çevrilmiş kaç bilimci vardır? Bu soruları uzatmak olasıdır ama verilecek tüm yanıtlar arasında göreceğimiz tek isim Charles Darwin ola-

* Bu makale için şu kaynaktan yararlanılmıştır: Haluk Ertan, "Darwin 200, *Türlerin Kökeni* 150 yaşında: Düşünce dünyamızı değiştirdi", *Bilim ve Gelecek*, Mart 2009, Sayı: 61, s.8-13.

caktır. Peki ama yaşamının neredeyse ikinci yarısında evinden dışarı çok az çıkmış, üç yıllık yüksek eğitimin dışında akademik kariyeri bulunmayan, hiç ders ve neredeyse seminer vermemiş, bilimsel panel ve toplantılara katılmamış bu adam ne yaptı da bu kadar ilgiyi hak etti? Üstüne üstlük ömrünün yarısında yarı yatalak ve düşkün haldeydi. Yaşamının son 35 yılının büyük bölümünü baş ve karın ağrıları ve kusma nöbetleriyle geçirmişti. Yatmadığı her bir saat için iki saat dinlenmek zorundaydı. On çocuğundan üçünü, kendi elleriyle toğrağa vermişti. 73 yıllık yaşamında, annesi, babası, kardeşleri, yakın akrabaları ve çok yakın dostlarının ölümlerine şahit olmak zorunda kalmıştı. *Türlerin Kökeni*'ni yayımladığı 1859 yılından sonra, başta İngiliz Kilisesi olmak üzere, Kraliyet ve onun hükümeti, üniversiteler, bilim örgütleri, gazeteler, mizah dergileri vb. kendisine sistemli bir şekilde saldırıp, dışlamıştı. Mezun olduğu üniversitenin kütüphanesi onun kitaplarını raflarına koymayı reddetti. Yakın dostlarının kimisi kendisiyle selamı kesti. Krallığın ve Kilise'nin, dümen suyundaki kişileri asalet unvanlarıyla donattığı o günlerde, Darwin'e uygun bir şey bulunamamıştı. Aldığı tehdit ve hakaret mektuplarından sonra oturma odasının camına, gelenleri görmek için ayna dahi koymuştu.

Charles Darwin ne yaptı? Darwin, hiç durmadan yazdı. Hem de elyazısıyla. Tüm yaşamı boyunca on binlerce sayfa yazı yazdı. Örneğin 12 yaşından ölümüne kadar kendisine gelen ve kendi yazdığı mektupların sayısı 15.000'den fazlaydı. Dünyanın her bir yanından yaklaşık 2000 kişiyle mektuplaştığı sanılmaktadır. Sadece onun yazışmalarını baskıya hazırlamak için 1974 yılında pilot proje başlatılmış ve daha sonraki yıllarda bu iş için özel bir ekip kurulmuştur. Darwin'in tüm çalışmalarını elektronik ortama taşıyan bir başka projede, erişilebilir metin sayfa sayısının 74.000'in üzerine ulaştığı görülmektedir. Darwin büyük boyutlu ve kimisi birden fazla cilt içeren 16 kitap, çeşitli boyutlarda yüzlerce makale yazdı. Dokuz kitaba bölüm yazarı olarak katıldı.

Darwin kafasından ve sadece başkalarından okuduklarına dayanarak yazmadı. Gündüz vakti elleri, ayakları, beyni ve o inanılmaz gözleri doğaya gömülmüş haldeyken, gün battığında her şeyi kâğıda döküyordu. Ulaşabildiği her doğal nesneyi eline alıp, yakından inceliyordu. Gece başını yastığa koyduğunda, geçirdiği günün bir değerlendirmesini yapmadan gözüne uyku girmiyordu. Tropikal ormanların derinliklerinde veya sarp dağların yamaçlarında yürürken ölümü düşünüp, duraksamadı. Günümüz biliminin dahi zehirlerine henüz çare bulamadığı örümceklerle, yılanlarla, akreplerle, deniz canlılarıyla diz dize, göz göze yıllar geçirdi. Güney Amerika'nın kaç böceğinin, ne kadar kanını emdiğini kendisi de bilmez. Güney Amerika'da araştırma ancak canını kanını vererek yapılır, o da öyle yaptı. Karşı konulması olanaksız merak duygusunu tatmin etmek için katlandıkları inanılmazdı.

Sadece Beagle yolculuğunun bilançosu dahi bir insanın sınırlarını zorlayacak nitelikteydi: Macera başladığında Darwin henüz 22 yaşındaydı. Yolculuk dört yıl, dokuz ay sürmüştü. Dünya seyahati boyunca gemi 75.000 kilometreye yakın yol kat etmişti. Gezinin yapılacağı H.M.S. Beagle, aştığı okyanuslar düşünüldüğünde, insanı tedirgin edecek küçüklükte bir gemiydi. Boyu 27,5 genişliği ise 7,5 metreydi. Bu ölçülerle Beagle'ın, bizim Yalova-İstanbul arasında

çalışan Paşabahçe vapurunun yaklaşık yarısı büyüklüğünde olduğu söylenebilir. Marmara Denizi'nde şiddetli bir lodos estiğinde tüm seferlerin iptal edildiği göz önüne alındığında, böyle yelkenli bir gemiyle dünya okyanuslarında beş yıla yakın süre yolculuk etmenin nasıl bir şey olduğu daha iyi anlaşılır.

Güney Amerika'da yaptığı kara yolculuklarında 3200 kilometreden fazla yolu at sırtında ve yürüyerek aşar. Bu mesafe neredeyse motorsuz araçlarla Erzincan'dan Londra'ya gitmeye denk gelir. Charles Darwin'e (daha doğrusu babasına) bunun maliyeti günümüz parasıyla 50.000 pounddan fazladır; çünkü genç Darwin ancak kendi masraflarını karşılamak koşuluyla yolculuğa katılabilmişti. Gezi boyunca toplam 1751 sayfalık biyoloji (368 sayfa) ve jeoloji notu (1383 sayfa) tutmuş, güncesinin 751 sayfasını doldurmuş, 3907 tane çoğu etiketli post, kemik, kurutulmuş deri ve canlı örneği toplamış, 1529'unu da alkole yatırmıştı. Bunların yanında 2000'e yakın taş örneği de toplamıştı. Katlanılması çok zor deniz tutmasına dayanmak, atlatılan ölüm tehlikeleri, yakalanılan infeksiyon hastalıkları ise cabasıydı. Yolculuğa başlayan 74 kişiden 5'i yolda yaşamını yitirmiş, onlarcası da yolculuğu yarıda bırakmak zorunda kalmıştı. İngiltere'ye geri döndüğünde gemideki personel sayısı bir düzine azalmıştı. Darwin hem hayatta kalmayı başarmış hem de yolculuğu tamamlayabilmişti.

Evrim kuramının mucidi Lamarck

Bilindiği gibi Darwin biyolojik evrim kuramını ilk öneren kişi değildir. Türlerin birbirlerinden türediğini sistemli bir bilgi bütünü halinde ilk ifade eden Fransız doğa bilgini Jean-Baptiste Lamarck'tır. O, evrim kuramının kimi ilkelerini ilk kez bilimsel anlamda gündeme getiren büyük doğa bilgini Comte de Buffon'un arkadaşıdır.

Lamarck'ın evrim kuramına en büyük katkısı, ortam koşullarıyla canlıların biyolojik özellikleri arasında yakın ilişkiyi ilk kez kuramsal bir çerçeve içinde açıklamasıdır. Yoksa kendinden önce bazı doğa bilginleri onun tezlerini parça parça zaten dile getirmişti. Lamarck'a göre türlerin özellikleri, bulundukları ortamın doğurduğu gereksinimlere göre şekilleniyordu. Bir canlı bataklıkta yaşıyorsa, su üstünde kalabilmek için uzun bacaklara ihtiyacı olacaktı. Bu durum organizma üzerinde sürekli bir baskı yarattığı için, sinir siteminden salgılanan kimi uyaranlar ilgili organda zamanla uzamaya neden oluyordu. Zürafaların boyunları ve ön bacakları, hayvanın sürekli ağacın üst dallarında bulunan taze filizlere ulaşmak için çabalaması sonucu uzamıştı. Bataklık kuşlarının bacaklarının uzama nedeni de aynıydı. Hayvan tüylerini ıslanmaktan korumak için bacaklarını sürekli gerip, uzatmaya çalışıyordu. Bu hareketleri sürekli yinelemesi, hayvanın fizyolojik yapısını uyarıyor ve bacakta uzama gerçekleşiyordu. Bu bağlamda canlının kullandığı organlar gelişip, yetkinleşirken, kullanılmayan organlar zayıflayıp, köreliyordu. Yerde besin arayan yılanların artık bacaklara ihtiyacı kalmamıştı. Toprak altında yaşayan canlılar ise, gözlerini pek kullanmadıklarından bu organlar yerlerinde kalsa da işlevlerini yitirmişlerdi. Bunlardan daha önemlisi bir birey yaşarken edindiği bu tip özellikleri yavrularına da aktarıyordu. Lamarck organizmalardaki uyumsal değişmeleri ve bu yöndeki

büyük yapısal çeşitliliği böyle açıklamayı uygun gördü. Önerdiği tezleri, kendi gözlemleriyle ve birçok örnekle desteklemeye çalıştı. Ne yazık ki varsayımlarının çoğu, yaşamını yitirdiği 19. yüzyıl içinde çürütüldü. Fakat Lamarck, biyoloji tarihinde ilk kez evrimleşmeyi, "başlı başına bir çalışma konusu" olarak ele alarak, toplumu Darwin'in evrim kuramına hazırlama işini başarıyla yerine getirdi. Ondan önceki bilimciler evrimi hep başka çalışmaların "önemsiz bir uzantısı" olarak ele alıp, gelişigüzel incelemişti.

Lamarck'ın çağdaşı ve Charles Darwin'in dedesi Erasmus Darwin 1790'lı yıllarda, *Zoonomia* adlı kitabında, tüm sıcakkanlı hayvanların, canlı bir ipliksi yapıdan geliştiğini yazmıştı. Bu filament şeklindeki yapı, bünyesinde, bir uyaran geldiğinde yeni organlar geliştirme yeteneğini taşıyordu. Böylece doğada gördüğümüz çeşitli biyolojik yapılar ve canlılar oluşabilmişti. Dede Darwin, başka bir anlatımla, tüm canlıların ortak bir atadan meydana geldiğini dile getiriyordu. Lamarck ortak ata konusuna değinmese de ona göre, doğadaki tüm canlılar basit organizmaların adım adım değişimiyle yani evrimleşmesiyle oluşuyor ve bu zincirin son halkasında ise en gelişmiş canlı olarak insan yer alıyordu.

Doğal seçilim nedir, nasıl çalışır?

Darwin konuya tamamen farklı bir tarzda yaklaştı. Canlı toplulukları içinde, nedenini bilmese de, büyük bir çeşitlilik gözleniyordu. Aynı türün bireyleri arasında dahi bu çeşitliği görmek olasıydı. Hiçbir birey birbiriyle tam tamına aynı değildi. Her şeyin ve herkesin arasında büyük olsun küçük olsun mutlaka bir fark bulunuyordu. Örneğin en çok benzememiz gereken ana, baba ve kardeşlerimizin dahi tam bir kopyası değildik. Bu durum doğadaki tüm canlılar için geçerliydi. Darwin (nasıl oluştuğu hakkında hiçbir bilgisi olmasa da) canlılar dünyasındaki çeşitliliğe vurgu yaparken çok haklıydı; çünkü nedenlerini ancak 20. yüzyılda öğrenebileceğimiz genetik mekanizmalarla, canlılar arasında küçük farklılıklar oluşuyordu. Saçımız, gözümüz, boyumuz, hastalıklara yatkınlığımız, soğuğa, susuzluğa, acıya tepkilerimiz kısaca akla gelebilecek her özelliğimizde bunu görmek olasıdır.

Gözle görünen özelliklerimiz dışında, moleküllerimizde de küçük farlılıklar bulunur. Bunu kendimizden bir örnek vererek açıklamak olasıdır: Örneğin bir derslikte soğuk algınlığı virüsüyle enfekte olmuş hasta bir öğrencinin bulunması, bir süre sonra hastalık etmeninin derslikteki herkese bulaşmasına neden olur. Fakat öğrencilerin tümü virüsü aldığı halde kimi yatak-döşek yatarken, kimi hastalığı ayakta geçirir. Bazı öğrenciler ise hiç hasta olmadan bu salgını atlatırlar. Sınıftaki herkes aynı türden olduğu (*Homo sapiens*) ve aynı virüsü kaptıkları halde neden benzer şekilde etkilenmez. Daha önce söylediği gibi sınıftaki bütün öğrenciler, insana ait her özelliği ve her molekülü taşımalarına karşın, yine de aralarında küçük küçük farklar bulunur. Sınıf örneğine dönüldüğünde bu farklar, virüslerin öğrencilerin solunum yolunu döşeyen epitel hücrelerinin içine girmek için kullanacakları ve hücre yüzeyinde yer alan alıcı moleküllerindeki farklılıkları da içerir. Çünkü bir virüsün hastalık yapabilmesi için mutlaka hücrelerimizin içine girmesi gereklidir. Bunun için de hücrenin kapısı durumundaki hücre zarında bulunan denetleyici moleküllere kendini

tanıtması lazımdır. Bazı insanlarda bu moleküller virüsün girişine izin verirken, bazılarında virüsü tanımadıkları için izin vermezler.

Fakat bu durum sadece soğuk algınlığı virüsü için geçerlidir. Başka bir virüs örneğin grip virüsü söz konusu olduğunda, ilk durumda hasta olan bireyin molekülü bu virüsü tanımadığı için reddederken, soğuk algınlığından daha önce etkilenmeyen başka bir kişi bu kez yatak-döşek yatabilir. Yani hiçbir birey için, her koşulda geçerli olan mutlak bir avantaj yoktur. En zorlu koşullarda hayatta kalan bir kişi, küçücük virüslerin neden olduğu sıradan bir hastalıktan ölebilir. Ya da bunun tam tersi gerçekleşip, her yıl grip virüsünün ya da bakterisinin yatağa düşürdüğü bir kişi, başka ölümcül hastalıklara dirençli olduğu için uzun bir hayat yaşayabilir.

Kimi durumda virüs hücre içine girse de bazı bireylerin savunma sistemi, ilgili virüse karşı daha duyarlı ve etkilidir. Başka bir anlatımla birçok aşamada moleküllerimizdeki farklılık bu şekilde kendini gösterir. Salgın nedeninin öldürücü bir virüs olması durumunda seçilen özelliğin evrimsel açıdan önemi daha da artacaktır. Virüse karşı daha etkili moleküllere sahip bireyler hayatta kalacaktır. İşte mevcut çeşitlilik içinde, viral salgına karşı bireylere avantaj sağlayan özelliklere sahip olanların, bir sonraki soya yavru verme olasılığı çok daha yüksek olacaktır. Böylece virüse karşı daha dirençli olan bireylerin sayısı bir sonraki jenerasyonda daha fazla olacaktır.

Bu örnekte sadece seçilim baskısı yaratan etmen olarak virüsler ve onunla ilgili biyolojik özellikler ele alındı ama aynı anda yüzlerce özelliğimiz benzer sınamalar altında kalmaktadır. Güneş ışınları, açlık, susuzluk, hastalıklar, tür içi ve türler arası çatışmalar, iyonize radyasyon, doğal afetler, embriyonik anomaliler, çevre kirleticiler, kanser yapıcı kimyasallar vb. sürekli olarak canlılar üzerinde bir seçilim baskısı yaratırlar. Bireyler arasında rasgele oluşan çeşitlilik içinde, doğal seçilim baskısı yaratan etmenin öldürücü etkisine karşı biraz olsun bireye katkı sağlayan genetik özellik taşıyan birey hayatta kalıp, döl verecektir. Diğerleri ise elenecektir. Örneğin 100 denizkaplumbağası yumurtasından ancak bir tanesi ergenliğe ulaşabilmekte, geri kalanlar doğal elemeyle yok olmaktadır. Bu nedenle her zaman hayatta kalandan çok daha fazla yavru meydana gelmektedir. Böylece zaman içinde genetik yapısı ana türe göre biraz daha farklı alttürler oluşmaktadır. Bunlardan bazıları da yeni bir tür olarak yoluna devam edecektir

İşte Charles Darwin ve Alfred Wallace'ın birbirlerinden bağımsız olarak keşfettikleri şey evrimin en önemli mekanizmalarından biri olan doğal seçilimdi.

Yapay seçilim

Peki ama neden "doğal seçilim mekanizması" ondan yıllarca önce ortaya konan evrim kuramından daha fazla etki yarattı? Burada Darwin'in bilimsel yönteminden kaynaklanan kimi ayırt edici noktalar bulunur: Doğal seçilim anlatması kolay, çalışma düzeneği basit bir mekanizmadır. Fakat onu doğada bulunduğu yerden çıkartıp, kanıtlamak çok zordur. Canlı türleri, coğrafi dağılımları, üreme dinamikleri ve ekolojik koşullar hakkında çok fazla şey bilmek gereklidir. O günün koşullarında bunları öğrenmenin tek yolu, doğanın ken-

di laboratuvarında yoğun bir şekilde çalışmaktı. Darwin de, Wallace da böyle yaptılar. Fakat Darwin Wallace'dan çok daha ileri giderek, gözlemlerini hayvan ve bitki ıslahı üzerine insanların binlerce yıllık birikimine de yönlendirir. İnsanlar uygarlık tarihinin en eski zamanlarından beri evcilleştirdikleri tüm canlılarda bilinçli bir şekilde doğal seçilim mekanizmasını kullanıyordu. Örneğin şu ana kadar çevremizde gördüğümüz tüm köpek türlerini yabani bir kurt türünden türetmişlerdi. Bundan birkaç yüzyıl önce yemek masamızın vazgeçilmezleri olan muz, lahana, brokoli, karnabahar, mısır vb. bitkiler dünyada yoktu. Bunları doğadaki kendilerine hiç benzemeyen yabani bir iki türden ürettiler. Yabani bir güvercin türünden akıl almaz güzellikte, renkli, paçalı, tepeli, süslü kuyruklu güvercinler yarattılar. Fazla süt üreten, yumurta veren, et tutan hayvanları da böyle ürettiler. Burada insan doğadaki seçme işlemini kendi yapıyordu. İstediği özelliklere sahip türler yaratmak için, bu özellikleri gösteren bireyleri seçip soylar boyunca çiftleştiriyorlardı.

20. yüzyılın evrim kuramına katkıları

Darwin kitaplarında doğal ve yapay seçmeyle ilgili o kadar fazla gözlem ve deneye yer verdi ki, bunların her birini tek tek yanıtlamak doğabilimciler için uzun yıllar mümkün olmadı. Doğal seçilim gibi kapsamlı bir olayı pratikte ve deneysel olarak gerçekleştirmek o dönem araştırmacılar için çok zorlu bir işti. En büyük sorun ise doğal seçilimi destekleyecek kalıtım ile ilgili bilgilerin yokluğuydu. Hatta bu nedenle onun ölümünden sonraki 30-40 yıllık dönemde, Darwinizm ilgi odağı olmayı bir ölçüde yitirdi. Fakat 20. yüzyılın başından itibaren, genetik ve kalıtım ile ilgili bilgilerde büyük patlama oldu ve tüm dikkatler tekrar ona yöneldi. Aynı zamanda matematiğin -istatistik yoluyla- biyolojinin içine girmesi, kromozom yapısı ve hücre bölünmesi hakkındaki bilgilerin artması, gözle görülür biyolojik özellikler ile genetik madde arasındaki ilişkinin kurulmasıyla, onlarca yıl önce Darwin'in söylediklerinin ne anlama geldiği daha iyi anlaşılmaya başlandı. Artık biyologlar tek tek bireylerden öte, canlı topluluklarına da bakmaya başladılar.

20. yüzyılın ikinci yarısında en büyük gelişme, topluluğu oluşturan bireylerdeki çeşitliliğin başta mutasyon olmak üzere hangi genetik mekanizmalarla meydana geldiğinin aydınlatılması konusunda yaşandı. Tür ve cins denilen olguların genetik temeli daha iyi anlaşıldıkça, yeni türlerin nasıl oluştuğuyla ilgili çok önemli varsayımlar geliştirildi. Örneğin adalar neden yeni türlerin doğum yataklarından biriydi, bunun moleküler düzeyde açıklaması mümkün oldu. Adaya en yakın ana karadan ulaşan az sayıdaki ata türden zaman içinde yeni birçok tür evrimleşiyordu. Bu ata türler, coğrafi olarak kendine çok yakın akraba türlerden izole olduklarından onlarla çiftleşme ihtimalleri yoktu ve sonuçta adalardaki yaşam koşullarının baskısı altında, sahip olduğu biyolojik çeşitliliğe bağlı olarak yeni uyumsal özellikler kazanıyorlardı. Örneğin büyük ve sert kabuklu tohumların bulunduğu adalarda yaşayan kuşlarda gagalar daha güçlü ve büyük oluyordu, çünkü bunları parçalayamayan küçük gagalılar büyük oranda açlıktan ölüyordu. Buna karşılık kaktüs meyve ve çiçekleriyle kaplı adalarda sivri uzun gagalı topluluklar yaygın olarak bulunuyordu.

Yapılan anatomik, ekolojik ve genetik analizler sayesinde bir türün bu tür yapısal uyuma sahip çeşitli alttürleri olduğu saptandı. Başka bir anlatımla, adaya yüz binlerce yıl önce ulaşan bir türden sadece buralara özgü yeni türler ya da alttürler oluşmuştu. Adalar evrimi izlemek için doğal laboratuvarlardı. Türe ait bireylerin sayısı ana karadakinden çok az olduğu için değişimi izlemek, istatistik hesaplar yapmak çok daha kolay oluyordu. Doğal ortamdaki gözlemler, benzer koşulları laboratuvar ortamında yaratıp aynı gözlemleri daha kontrollü koşullarda tekrar etmeyi mümkün kıldı. Gerçekten de, tür içinde hayatta kalanlar bir sonraki soyun yavrularını verdikleri için, bunlara ait özellikler aynı zamanda, yeni oluşan jenerasyonda da hâkim özellikler haline geliyordu. Konuyu insan topluluklarına ilişkin bir örnekle daha da açmak olasıdır. Geçmiş yüzyıllarda insanlar arasında çok sayıda ölüme yol açan, sıtma, veba gibi hastalıklar bu hastalıklara genetik olarak daha dirençli soyların oluşmasına yol açmıştı, çünkü bu salgınlara yol açan mikroorganizmalara karşı direnci az olan bireyler ölüp çocuk sahibi olamadıklarından gelecek jenerasyonda bir etkileri olmuyordu. Buna karşılık, daha sonraki soyları, bu hastalık etmenlerine daha dirençli bireyler oluşturduğu için zaman içinde topluluğun genetik yapısı değişmişti. Hastalıklara çare bulunana kadar ölümler devam ettiği için doğal seçilim baskısı bu hastalıkların yaygın olduğu bölgelerde, yeni bir genetik özelliğe sahip topluluğun oluşmasına neden olmuştu. Örneğin Talasemi (bir tür kalıtsal kan hastalığı) geni taşıyan bireyler sıtmaya karşı daha korumalıdırlar. Dünya nüfusunun en az yüzde 5'inde -hemoglobin yapımıyla ilgili- bu tip hatalı genler bulunmaktadır. Bu tip sorunlu genlerin insan topluluğunda bu kadar yaygın bir şekilde korunmasının nedeni doğal seçilimdir. Uzun zamandır öldürücü sıtma hastalığının seçilim baskısı altında olan insan türünde doğal seçilim böyle bir genetik tablo yaratmıştır. Başka bir anlatımla hatalı bir grup gen, binlerce yıl boyunca sulak alanlar etrafında yani sıtmanın kol gezdiği yerlerde yoğunlaşan insan topluluklarına koruyucu bir ilaç gibi yarar sağlayıp, gen havuzumuzda yaygın olarak varlıklarını sürdürmüştür. Gelecekte sıtma hastalığı ortadan kaldırıldığında bu hatalı genlerin toplumda bulunma sıklığında mutlaka bir azalma görülecektir.

Dünya görüşümüz ve Darwin

Darwin'in bir biyolog ve jeolog olarak doğabilimlerine yaptığı birçok katkı yanında, kültür tarihine geçmesindeki en önemli etmen, düşünce dünyası üzerine yaptığı etkilerdir. Darwin ve Lamarck biyoloji tarihinde ilk kez felsefenin ve biyolojinin en önemli sorusuna, yani yaşamın kökeni ve canlılar dünyasındaki göz kamaştırıcı çeşitliliğe ilk kapsamlı ve akılcı açıklamayı getirmişlerdir. Kuramları içinde bugünkü bilgilerimize göre yanlış birçok nokta bulunsa da bu işi hiçbir doğaüstü güce ya da dinsel dogmaya dayanmadan yapmaları, kendilerinden sonra gelen bilimcilere doğru bir yol açacaktı. Dinin ve felsefenin temelinde yer alan insanı, başka canlılardan ayrı tutmadılar. En sıradan, en basit, en önemsiz gibi görünen organizmaların tabi oldukları doğa yasaları, insanlar için de aynı şekilde geçerliydi. Kültür tarihinde ilk kez olmak üzere insan türü doğadaki gerçek yerine oturtulmuştu. İnsan artık bilimin araştırma objelerinden biriydi.

Darwin çok ayrıntılı analizler yaptı. İnsana ve başka organizmalara ait bilebildiği tüm özellikleri karşılaştırdı. Hatta bu işi biyolojik yapıların ötesine, yani davranışlara, psikolojik konulara, yüz ifadelerine, alışkanlıklara kadar genişletti. İnsanla Eski Dünya maymunları arasındaki büyük benzerliklerden yola çıkarak, insanın kökeninin Afrika olabileceği öngörüsünde dahi bulundu. Çünkü büyük bir şans eseri, primatların atalarına ait ilk fosil örneklerinin Afrika'da bulunduğu haberleri kendisine ulaşmıştı. Yaptığı mantık yürütmeler çoğu kez doğru yerlere vardı. Darwin bunları yayımladıktan yüz küsur yıl sonra İnsan ve Şempanze Genom Projelerinin sonuçları onun, Buffon'un, Linné'nin, Lamarck'ın, Huxley'in ne kadar haklı olduğunu gösterdi. İnsan kutsal kitapların söylediği gibi doğaüstü güçlerin yarattığı bir varlık olmaktan çok, doğanın bir parçasıydı. En azından bu durum onun biyolojisi için geçerliydi. Darwin *Türlerin Kökeni*'ni yayımladıktan sonra artık evrim kuramı ve doğa bilimlerine ilişkin konular halkın gündeminde çok daha fazla yer almaya başladı. Bilimsel varsayımların nasıl test edileceği, ne tip bulgularla destekleneceği, nasıl analizler yapılacağı konusunda Darwin'in çalışmaları yol gösterdi. Evvelden somut doğal olguları açıklamak için metafizik yöntem kullanıldığı için en sonunda bir sürü anlamsız, saçma sapan tezler geliştirilmişti. Bunların hemen hemen tümü, halkın söyleminden olmasa da, bilim dünyasının gündeminden çöplüğe süpürüldü.

"Darwin'in bilime yaptığı katkı çok büyük olmuştur ve daha da olacaktır. Şayet bugün aramıza dönüp; insan ve şempanze DNA'ları arasındaki benzerliği, sosyal davranışlarımızdaki olağanüstü yakınlığı öğrenseydi ve aynı şekilde evrim kuramını yayımladığından beri keşfedilen insanımsı fosillerini inceleme olanağı olsaydı, inanıyorum ki, düşüncelerinde ne kadar isabetli olduğunu görüp, tebessüm edecekti." (Jane Goodall / antropolog ve primatolog)

Darwin kendinden önceki ve kendi dönemindeki çoğu bilimcinin yaptığı gibi, dini ve siyasi otoritenin dikkatini üzerine çekmemek için, bilimde farklı, sosyal yaşamda farklı tavır sergilemedi. Dine ve Tanrı olgusuna doğaya baktığı gibi baktı. Önyargısız ve eleştirel. Karşılaşacağı gerçekten korkmadan ne düşünüyorsa onu açıkça söyledi. Özyaşamöyküsünde, din konusundaki düşüncelerini, gerekçeleriyle gayet açık bir şekilde anlatmıştır. Örneğin *Kitab-ı Mukaddes*'in birinci bölümünü oluşturan *Eski Ahit* (*Tevrat* ve *Zebur*'u kapsayan kitaplar) hakkındaki düşünceleri şudur:

"Fakat zamanla, gökkuşağı alameti, Babil Kulesi vb. nice öyküyle birlikte, dünyanın tarihi hakkında yanlışlığı açıkça görülen bilgilerden ve kinci, zorba bir hükümdarın duygularını Tanrıya atfetmesinden dolayı, *Eski Ahit*'in, Hinduların kutsal kitaplarından ya da herhangi bir vahşinin inançlarından daha fazla güvenilir olmadığını görmeye başladım."

Örneğin Hıristiyanlığın yaptırımlarıyla, çok iyi tanıdığı insanlar arasındaki seçimi ne yönde yaptığını gösteren şu sözler çok yalındır:

"Herhangi birinin, Hıristiyanlığın doğru olmasını dileyebilmesini gerçekten de anlayabilmiş değilim; çünkü bu durumda kutsal kitap açıkça, inanmayanların, ki buna babam, erkek kardeşim ve neredeyse tüm arkadaşlarım dahildir, sonsuza dek cezalandırılacağını yazmaktadır."

Darwin doğaya da aynı şekilde yaklaşmıştı. Hayvanları, bitkileri, mikroorganizmaları tüm yaşamı boyunca inceledi ve onların dilini çok iyi anladı. Kutsal kitapta yazanlarla, doğanın gerçekleri arasında seçim yapmak durumunda kaldığında tercihini doğa yasaları yönünde kullandı. Aynı şekilde davranarak, kutsal kitaba karşı ailesinin ve dostlarının yanında yer alacaktı. Darwin'in bir bilimci ve aydın olarak aldığı tavır çağdaş insanın davranış modellerini oluşturmuştur. Dinlerin, ideolojilerin, geleneklerin, felsefelerin etkisinde kalmadan gerçeğin peşinden gitme yoludur bu.

Bütün büyük kültür insanları gibi Darwin'in bedeni öldü ama eserleri yaşıyor. İnsanlığın aydınlanma mücadelesi sürdükçe o da ayakta kalacaktır. Gerçi insanlık 21. yüzyıla iyi bir şekilde girmedi: Günümüzde siyasetin, dinin, paranın ve medyanın baronları insanın son birkaç binyıl içinde elde ettiği evrensel değerleri kumar masalarındaki fişler gibi harcamaktadırlar. Tüm olumlu gelişmelere karşın, skolastik çağın izlerini görmekteyiz günümüzde. Aklın, bilimin, barışın, aydınlanmanın yerine, savaşı, dini, metafiziği ve paranın esaretini geçirmeye çalışıyorlar. Allayıp pullayıp, sanki yeni çözümlermiş gibi bunları insanların önüne sunuyorlar. Bu gidişatın sonunu tarihten biliyoruz. Bu nedenle antikçağ filozofları ve orta ve yeniçağın büyük bilgin ve düşünürleri gibi, muhteşem yüzyılın bilgini Charles Darwin'e de insanlığın büyük ihtiyacı vardır.

Bir sonraki büyük kutlama 2059 yılında olacak ve bizlerin büyük bölümü ne yazık ki ona katılamayacaktır. Aslında buna üzülmemek elde değil, çünkü evrim kuramının yüzyılı olacağını rahatlıkla söyleyebileceğimiz 21. yüzyılın o günlerinde çok daha büyük bilimsel gelişmelerin olacağı kesindir. Türlerin ve yaşamın kökenine doğru yapılan büyük seyahatin bir yolcusu olarak duyduğumuz mutluluğun tüm topluma yayılması dileğiyle.

KAYNAKLAR

- Campbell J. A., (2003); "Why Was Darwin Believed? Darwin's Origin and the Problem of Intellectual Revolution", *Configurations*. 11(2), s.203-237.

- Burkhardt R. W. Jr.,(1972); "The Inspiration of Lamarck's Belief in Evolution", *Journal of the History of Biology*, 5(2), s.413-438.

- Clegg J. B. ve Weatherall D. J., (1999); "Thalassemia and malaria: new insights into an old problem", *Proceedings of the Association of American Physicians*. 111(4). s.278-282.

- Burkhardt R. W. Jr., (1977); *The Spirit of System: Lamarck and Evolutionary Biology*, Harvard University Press.